

CURSO DE EXTENSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS

Rosália Gusmão de Lima

Monografia apresentada ao Curso de Formação de Professores em EAD da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em EAD”.

Orientador: Prof. Sérgio Scheer

Uberaba

2002

CURSO DE EXTENSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS

Rosália Gusmão de Lima

Monografia submetida ao corpo docente do Núcleo de Educação a Distância da Universidade Federal do Paraná – UFPR, como parte dos requisitos à obtenção do grau de Especialista em EAD.

Aprovada por:

Orientador

1º Examinador

2º Examinador

Uberaba

2002

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. PROJETO PEDAGÓGICO.....	2
1.1. Identificação.....	2
1.2. Justificativa	3
1.3. Referencial Pedagógico	6
1.4. Objetivos e Metas	9
1.4.1. Objetivo Geral.....	9
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
1.4.3. Metas.....	10
1.5. Clientela.....	11
1.5.1. Alvo	11
1.6. Fundamentação.....	12
1.7. Unidades Organizacionais	15
1.8. Proposta Metodológica.....	17
1.8.1. Estrutura de Execução.....	17
1.8.2. Organização do Curso.....	17
1.9. Plano Curricular.....	20
1.10. Equipe de Projeto	21
1.11. Recursos Materiais	21
1.12. Indicadores de desempenho	22
1.12.1. Resultados Esperados.....	22
1.12.2. Repercussão e/ou impactos dos resultados:	22
2. SOFTWARE EDUCACIONAL	24
2.1. Sistemas Educacionais Informatizados.....	24
2.2. A Estrutura de Navegação do Curso	26
2.2.1. Fase I – Pesquisa	26
2.2.2. Fase II – Planejamento	29
2.2.3. Fase III – Produção	31
2.2.4. Fase IV – Implantação	50
3. CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Relação do homem com o mundo.....	7
FIGURA 2 – Atribuições da Tutoria	19
FIGURA 3 – Página de Apresentação do curso	33
FIGURA 4 – Formulário de Inscrição no Curso.....	34
FIGURA 5 – Página de Acesso ao Curso	35
FIGURA 6 – Página de Boas Vindas e de Instrução	36
FIGURA 7 – Página da Agenda do Curso	37
FIGURA 8 – Índice da Apostila Digital	38
FIGURA 9 – Apostila Digital - Área Líquida Efetiva.....	39
FIGURA 10 – Apostila Digital – Limitação do Índice de Esbeltez	40
FIGURA 11 – Página do Grupo de Discussão	41
FIGURA 12 – Página da Área de Transferência	42
FIGURA 13 – Referências Bibliográficas	43
FIGURA 14 – Página de Saída do Curso	44
FIGURA 15 – Rebatimento de Cantoneira (Animação).....	45
FIGURA 16 – Vibração de Grande Intensidade (Gif Animado).....	45
FIGURA 17 – Tela de Apresentação do Aplicativo Didático	47
FIGURA 18 – Tela de Seleção do Perfil da Barra em Estudo.....	48
FIGURA 19 – Tela de Cálculo do Aplicativo	49

LISTA DE QUADROS

QUADRO I - Módulos do Curso de Estruturas Metálicas	15
QUADRO II – Conteúdo do Curso Barras Tracionadas.....	16
QUADRO III – Atribuições da Equipe de Trabalho	21
QUADRO IV – Ícones da Apostila	27

LISTA DE FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 1 – Conteúdo do Curso Barras Tracionadas	30
FLUXOGRAMA 2 – Hierárquia Global da Interface	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ASP	Active Server Pages
CAD	Computer Aided Design
CADTEC	Centro de Apoio, Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD	Compact Disk
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEES	Departamento de Engenharia de Estruturas
EAD	Educação a Distância
EV	Escola Virtual
FAPEMIG	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FAQ	Frequently Asked Questions
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
MEC	Ministério da Educação e Cultura
REMAV	Rede Metropolitana de Alta Velocidade
RNP	Rede Nacional de Pesquisa
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

RESUMO

LIMA, Rosália Gusmão de. CURSO DE EXTENSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS.

Orientador: Sérgio Scheer: UFPR, 2002 Monografia

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto educativo na modalidade de EAD (Educação a Distância) - o curso **Barras Tracionadas** - com enfoque no dimensionamento de elementos estruturais de aço submetidos à tração simples, utilizando uma concepção teórico-metodológica que venha garantir o acesso, a permanência e a formação do Engenheiro, alunos de Engenharia ou outros profissionais afins.

Algumas ferramentas de desenvolvimento de aplicações para a Internet foram estudadas, para identificar a que melhor atenderia as necessidades deste público alvo. As páginas de navegação do curso foram criadas utilizando linguagem de marcação de hipertexto – HTML, recurso predominante para geração e disponibilização de dados em aplicações Web. Para a estrutura de gerenciamento e acompanhamento pedagógico virtuais foi desenvolvido um banco de dados em Access que é acessado através das páginas de administração do curso, utilizando-se tecnologia ASP. As animações, os instrumentos de avaliação e o aplicativo didático para análise e dimensionamento de barras tracionadas foram implementados em *Action Script* integrado a tecnologia *shockwave*, que permitem a criação de aplicativos bem interativos. Um banco de dados de perfis, utilizado pelo aplicativo TracBAR foi desenvolvido em XML e os objetos gráficos gerados a partir de entidades vetoriais.

ABSTRACT

LIMA, Rosália Gusmão de. EXTENSION COURSE ON STEEL STRUCTURES.

Advisor: Sérgio Scheer: UFPR, 2002 Monografia

The objective of this work is to develop an educational project in the Distance Education modality - the course **Tensile Members** - with focus on the dimensioning of structural steel elements submitted to simple tensile action, using a theoretic-methodological conception that might guarantee the access, the permanence and the formation of Engineers, students of Engineering or other professionals.

Some Internet application development tools were studied to identify which would better achieve the needs of this public. The pages with contents for the course were made using Hypertext Markup Language – HTML, predominant source for creation of data for Web applications. For the management and pedagogic structure an Access database was developed, the administration pages made with ASP technology access that. The video clips, the evaluation instruments and the academic application for teaching how to dimension steel components under tensile stress were implemented using Action Script integrated by shockwave technology, which enables the creation of very interactive computer programs. A profile database, used by the program TracBAR, was developed in XML and the graphic objects were developed using vector entities.

INTRODUÇÃO

A internacionalização da economia e de informações exige uma reconstrução teórica radical no campo da educação. Inovações constantes apresentarão resultados definitivos no progresso científico e tecnológico.

A EAD se propõe a atender a demanda da sociedade contemporânea, baseando-se na democratização e acesso ao saber escolarizado. Ela não deve ser vista como substituta da educação presencial, pois são duas modalidades do mesmo processo.

Na Engenharia de Estruturas há uma carência e uma necessidade premente de processos de formação de profissionais, organizados diferentemente da educação convencional (presencial), principalmente com relação à “espaçiotemporalidade”.

O Curso Barras Tracionadas será mais uma aplicação em Educação a Distância do Núcleo de EAD do CADTEC/DEES/UFMG (Centro de Apoio, Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica pertencente ao Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais). Para atender a grande demanda de alunos, pesquisadores e profissionais da construção metálica no Brasil, surgiu a intenção de criar um espaço de substituição da sala de aula, no qual os participantes tenham acesso aos conceitos básicos e as mais novas informações deste segmento da Construção Civil.

Sendo este público adulto, maduro e consciente de seu autodidatismo, a EAD deverá ser num contexto, em que o aluno é sujeito ativo do processo cognitivo e principal responsável pela sua formação e qualificação, uma alternativa de muito sucesso. Cabe a este público alvo, dentro de um vasto conteúdo, selecionar os conceitos que irão produzir mudanças mais significativas em seu conhecimento. Portanto, como enunciou DELORS, 1997: [O aluno deverá...] “Aprender a conhecer levando em conta as rápidas alterações provocadas pelo progresso científico e as novas formas de atividade econômica e social, conciliando uma cultura geral suficientemente vasta com a possibilidade de dominar, profundamente, um reduzido número de assuntos”.

1. PROJETO PEDAGÓGICO

1.1. Identificação

Este trabalho faz parte de um projeto maior de criação de um curso de extensão em **Estruturas Metálicas** na modalidade da EAD, via Internet na UFMG. Dando ênfase a critérios de usabilidade (navegabilidade) do “*site*” e de interatividade, objetivou-se gerar um produto atraente e estimulante ao estudo e a pesquisa. O primeiro módulo, ora apresentado, aborda os conceitos relativos a análise e dimensionamento de barras tracionadas. No entanto, todos os recursos que estarão disponíveis no curso já estão implementados neste módulo. O site do curso contém os seguintes recursos que permitem superar as dimensões espacial e temporal: inscrição “*online*” através do portal da Escola Virtual, material didático (texto, hipertexto e animações), agenda de atividades, seminários, grupo de discussão, FAQ (“*Frequently Asked Questions*”), bibliografia impressa e digital, elos de ligação para outros “*sites*”, área de transferência de arquivos, *software* didático, banco de dados (para administração e acompanhamento pedagógico) e informações sobre o Professor.

1.2. Justificativa

A Lei n.º 9.394, Lei de Diretrizes e Bases de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional em seu Art. 80º informa que o Poder Público incentivará programas de ensino a distância.

Art. 80º. O Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada.

O Decreto N.º. 2.494, de 10 de Fevereiro de 1998, regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei N.º. 9.394/96).

*Art. 1º. Educação a distância é uma forma de ensino que possibilita a **auto-aprendizagem**, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.*

*Parágrafo Único – Os cursos ministrados sob a forma de educação a distância serão organizados em regime especial, com **flexibilidade de requisitos para admissão, horários e duração**, sem prejuízo, quando for o caso, dos objetivos e das diretrizes curriculares fixadas nacionalmente.*

*Art. 2º. Os cursos à distância que conferem certificado ou diploma de conclusão do ensino fundamental para jovens e adultos, do ensino médio, da educação profissional, e de graduação serão oferecidos por **instituições públicas ou privadas especificamente credenciadas** para esse fim, nos termos deste Decreto e conforme exigências pelo Ministro de Estado da Educação e do Desporto.*

Art. 3º. ...

Parágrafo Único – A matrícula nos cursos de graduação e pós-graduação será efetivada mediante comprovação dos requisitos estabelecidos na legislação que regula esses níveis.

*Art. 5º. Os **certificados e diplomas** de cursos a distância autorizados pelos sistemas de ensino, expedidos por instituições credenciadas e registrados na forma da lei, **terão validades nacional.***

*Art. 7º. A **avaliação** do rendimento do aluno para fins de promoção, certificação ou diplomação, realizar-se-á no processo por meio de **exames presenciais**, de responsabilidade da Instituição credenciada para ministrar o curso, segundo procedimentos e critérios definidos no projeto autorizado.*

Parágrafo Único: Os exames deverão avaliar competências descritas nas diretrizes curriculares nacionais, quando for o caso, bem como conteúdos e habilidades que cada curso se propõe a desenvolver.

O Ministério da Educação através da Portaria N.º 2.253, de 18 de Outubro de 2001 permite que instituições de ensino superior ofertem disciplinas não presenciais em seus cursos presenciais reconhecidos. Portanto, a oferta de um curso de extensão, como proposto, poderá vir a compor a organização pedagógica e curricular do curso de Engenharia Civil da UFMG substituindo a disciplina Estruturas Metálicas I, no seu todo ou em parte.

Art. 1º As instituições de ensino superior do sistema federal de ensino poderão introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos superiores reconhecidos, a oferta de disciplinas que, em seu todo ou em parte, utilizem método não presencial, com base no art. 81 da Lei N.º 9.394, de 1996, e no disposto nesta Portaria.

§1º As disciplinas a que se refere o caput,..., não poderão exceder a vinte por cento do tempo previsto para integralização do respectivo currículo.

§3º Os exames finais... serão sempre presenciais.

(DOU de 19/10/2001 – Seção I)

A proposta de criação deste curso surgiu da demanda de profissionais interessados em formação específica para atuação no segmento da construção metálica. Outra razão para este desenvolvimento reside no interesse de explorar novas tecnologias e mídias na produção de *software* educativo.

O projeto mais global do CADTEC, dentro de uma ação multidisciplinar conjugada, apresenta como proposta a formação de grupos de pesquisa para desenvolvimentos tecnológicos e para a área de ensino, utilizando a computação gráfica e os meios virtuais de comunicação como ferramentas. O projeto foi instituído por um conjunto de ações que envolvem professores, alunos de graduação e de pós-graduação.

A **Escola Virtual** (EV) é uma destas iniciativas, que visa expandir consideravelmente o alcance do ensino na UFMG e ainda criar um ambiente propício para desenvolvimento de novas metodologias de ensino a um custo muito mais baixo promovendo acesso a um extenso contingente. O Curso Barras Tracionadas desenvolvido ao longo de um ano, é o projeto piloto para implantação do Curso de Estruturas Metálicas. A realização de testes e ajustes neste módulo relativo ao conteúdo de análise e dimensionamento de barras tracionadas servirá de base para a definição da estrutura do curso (validação do aplicativo).

O CADTEC como um centro de ensino tem investido em programas de pesquisa que endereça conceitos, ferramentas e técnicas para melhorar o ensino e os processos de engenharia. Para fazer do computador um componente produtivo na relação ensino-aprendizagem e no exercício da engenharia, estes programas tem utilizado ambientes de grupos de discussão via Internet, produção de CD e, principalmente, explorado os recursos visuais e a tecnologia da computação gráfica. Este projeto consolida esta iniciativa para o ensino à distância.

1.3. Referencial Pedagógico

PERRENOUD (2000) elenca as dez competências que as mudanças no processo de educação exigem que o professor desenvolva, promovendo a participação ativa do discente neste processo:

- Organizar e dirigir situações de aprendizagem;
- Administrar a progressão das aprendizagens;
- Conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação;
- Envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho;
- Trabalhar em equipe;
- Participar da administração da escola;
- Informar e envolver os pais;
- Utilizar novas tecnologias;
- Enfrentar os deveres e dilemas éticos da profissão;
- Administrar sua própria formação contínua.

Em programas de ensino na modalidade EAD verificamos que é imprescindível que o professor organize e dirija as situações de aprendizagem na elaboração do material didático, administrar a progressão das aprendizagens nos momentos presenciais e durante o período de tutoria. O trabalho em equipe é fundamental, uma vez que para implantar um curso a distância, utilizando novas tecnologias, é necessário dispor de uma equipe multidisciplinar competente e bem relacionada. Professores especialistas e tutores, técnicos de rede e “*Web designers*”, todos devem estabelecer contatos entre si para desenvolverem bem suas funções dentro do núcleo.

Dentre as Teorias do conhecimento, destacam-se os trabalhos de Lev Vygotsky, judeu russo, estudioso de literatura e psicólogo, que não construiu um sistema explicativo completo, do qual pudéssemos extrair uma “teoria vygotskiana”, devido a enfermidade que lhe conduziu a morte aos 37 anos. OLIVEIRA (1997) relata que Vygotsky dedicou-se ao estudo das funções psicológicas superiores, ou seja, os mecanismos psicológicos mais complexos, que envolvem o controle consciente, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação as características do momento e do espaço.

A relação do homem com o mundo é uma relação mediada, segundo VYGOTSKY (1998), onde um estímulo (S), através de um elo intermediário ou elemento mediador (X), provoca uma resposta (R). O elemento mediador é um estímulo de segunda ordem (signo), que cria uma nova relação entre S e R. OLIVEIRA (1997) afirma que signos são elementos que representam objetos, eventos ou situações. Assim sendo, signos são registros externos que auxiliam o indivíduo na solução de problemas que exigem memória e atenção.

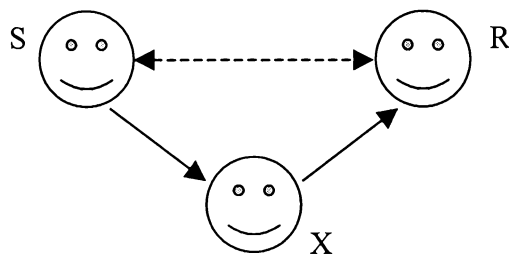


FIGURA 1 – Relação do homem com o mundo

Na visão de Vygotsky a linguagem constitui o pensamento, ressaltando a interação entre os signos verbais, primordiais dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo MOTTA (2000), “o trabalho de Vygotsky é adequado para o uso de aplicativos, principalmente quando realizado com o auxílio de redes e quando o desenvolvimento das técnicas do ensino destacam a cooperação. A colaboração pressupõe tarefa mútua, na qual os parceiros trabalham em conjunto para produzir algo que nenhum deles poderia ter produzido sozinho.”

Vygotsky define a “zona de desenvolvimento proximal” como a distância entre o nível real de desenvolvimento determinada pela capacidade de solução independente do problema e do nível de desenvolvimento potencial, obtido através da solução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes.

O novo processo ensino-aprendizagem aqui proposto busca embasamento na autonomia do aluno adulto e concede ao professor um novo papel, o de “par mais capaz”, enquanto agente facilitador. Para tanto é necessário que este curso disponha de condições indispensáveis para que o aluno mergulhe na construção de seu conhecimento, contando

com orientação e estímulo. Por isso, adotou-se uma abordagem construtivista e colaborativa, própria do processo de aprendizagem “*online*”.

Segundo MACEDO (1997), para Piaget todos os homens são inteligentes e esta inteligência serve para buscar e encontrar respostas para se seguir vivendo. Por isso, esta inteligência apresenta duas condições inerentes ao ser vivo: a organização e a adaptação em um mundo em constante transformação. É a inteligência pelos mecanismos de assimilação e acomodação, que permite que as mais diferenciadas interações aconteçam. Hoje estas se intensificam pela disponibilização crescente de recursos tecnológicos.

*“Por **aprendizagem autônoma** entende-se um processo de ensino aprendizagem centrado no aprendente, cujas experiências são aproveitadas como recurso, e no qual o **professor** deve assumir-se como **recurso do aprendente**, considerado como um ser autônomo, gestor do seu processo de aprendizagem, capaz de por si dirigir e regular este processo. Este modelo de aprendizagem é **apropriado a adultos com maturidade e motivação necessárias a auto-aprendizagem (...)**”*
(BELLONI, 1999).

Partindo do pressuposto que os alunos, público do curso objeto deste projeto, são inteligentes e capazes de se organizar e adaptar-se ao mercado de trabalho globalizado é que surgiu a intenção de veiculá-lo pela Internet, utilizando os recursos que este meio nos oferece para viabilizar o acesso e os serviços de acompanhamento do aprendizado de maneira eficiente. A utilização das novas tecnologias não é um grande empecilho para o bom andamento do programa, pois a grande maioria dos possíveis participantes já utiliza a Internet no seu cotidiano. Importa ressaltar que os sujeitos do processo de aprendizagem são o aluno e o professor, cada um no seu papel, os multimeios e a Internet serão apenas meio e ferramenta através dos quais se dão as relações de construção do conhecimento.

O Curso Barras Tracionadas poderá colaborar para a capacitação de profissionais e alunos de Engenharia e Arquitetura e para o desenvolvimento das habilidades necessárias ao desempenho de funções no mercado das construções metálicas. Espera-se que este curso promova aprendizagem significativa e que facilite a aquisição de competências fundamentais para o discente.

1.4. Objetivos e Metas

1.4.1. Objetivo Geral

Capacitar profissionais de Engenharia e Arquitetura ao desempenho de funções relacionadas à análise e dimensionamento de estruturas no segmento da construção metálica, que buscam na EAD uma possibilidade de atualização e formação, frente as dificuldades de tempo e deslocamento para atenderem a cursos presenciais.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✕ Ampliar a formação profissional dos discentes, possibilitando-lhes atuar com segurança no mercado de trabalho da construção metálica;
- ✕ Superar os limites de tempo e espaço, integrando comunicação, informação e formação;
- ✕ Implantar a aprendizagem colaborativa, através dos recursos da Internet, tais como: grupo de discussão, correio eletrônico etc.;
- ✕ Disponibilizar uma seção de novidades do mercado, no que diz respeito a lançamento de novos sistemas construtivos, novos produtos, legislações etc.;
- ✕ Conter em seu “*site*” uma seção especial de Seminários, com as palestras de interesse disponibilizadas por seus autores, em “*video-streaming*” ou em formatos de *software* de autoria.

1.4.3. Metas

Criar um ambiente, onde será construída uma infra-estrutura para desenvolver e implementar novas metodologias para o ensino à distância, cuja primeira aplicação será o curso de livre acesso.

Testar o aplicativo didático do projeto piloto de implantação deste curso para a Internet com alunos do ensino presencial do curso de graduação em Engenharia Civil da UFMG. Nesta fase, além de buscar adequar o curso as necessidades da clientela sem deixar de cumprir seus objetivos pedagógicos, pretende-se ofertar a estes alunos uma ferramenta auxiliar no entendimento dos conceitos tratados no estudo de barras submetidas a tração simples, utilizando-se animações e vídeos.

Com o advento da Rede Metropolitana de Alta Velocidade – REMAV-BH2, da qual o CADTEC faz parte no grupo da Educação à Distância, pretende-se utilizar novas tecnologias como o vídeo e som, a videoconferência, os ambientes de colaboração e os recursos de programação da Internet. Além disto, aproveitando a infra-estrutura e a experiência do grupo CADTEC, a equipe vai explorar os recursos da computação gráfica na sua definição mais ampla, que envolve tecnologia CAD para modelamentos e animações, multimídia, textos e imagens para fazer do apelo visual uma ferramenta poderosa na melhoria da relação ensino-aprendizado.

O ambiente da Escola Virtual (EV) dispõe dos seguintes recursos tecnológicos:

- Portal de entrada contendo: inscrições “online” nos cursos oferecidos, acesso aos cursos, cartazes de divulgação, agenda de eventos, seminários, grupos de discussão, recursos de busca por palavras, elos de ligação com outros “sites”, banco de dados de acesso restrito aos professores, tutores e administradores dos cursos;
- Ambientes (“*Sites*”) específicos para cada curso contendo: material didático (guia didático, texto base e textos complementares), recursos de vídeo, som e animação, agenda, acesso ao grupo de discussão do curso, FAQ (“*Frequently Asked Questions*”), bibliografia, material para transferência do servidor, informações sobre o professor, e banco de dados para acompanhamento didático e administração do curso.

A exploração de linguagens de programação da Internet para a construção de “*sites*” (C#, ASP, CGI, SQL, *Action Script*, *Java Script* e *Java Applets*) também faz parte das metas do presente projeto.

Para este curso foram desenvolvidos: o conteúdo do curso, iniciando pelo módulo piloto – **Barras Tracionadas**; um aplicativo interativo para realização de exercícios; e um software didático adicional para resolução de problemas envolvendo barras tracionadas isoladas com seções transversais diversas e dimensões variadas.

1.5. Clientela

1.5.1. Alvo

Estudantes e profissionais que atuam ou desejam atuar no ramo de Estruturas Metálicas.

Este projeto foi idealizado para atender a demanda, levantada pelo mercado da Construção Metálica no Brasil, de profissionais do ramo que desconhecem os sistemas construtivos inovadores e os procedimentos de cálculo e detalhamento dos mesmos.

Outra clientela alvo deste projeto é composta por alunos dos cursos de engenharia e arquitetura, para dar-lhes a oportunidade de apreender não apenas os conceitos da disciplina como incentivá-los a pesquisa de dados atuais relacionados aos temas estudados.

1.6. Fundamentação

Muito mais do que o grande avanço tecnológico que representa, a *World Wide Web* (WWW) é hoje o maior movimento cultural de todos os tempos, envolvendo milhões de pessoas no mundo inteiro. Esta imensa rede de informações recebe um fluxo contínuo de contribuições de milhões de usuários. Um mundo novo e sem fronteiras, de informações, negócios, divertimentos e conhecimento abriu as suas portas para a humanidade, trazendo grandes mudanças.

Desde os primórdios da computação, pesquisadores trabalham com a tecnologia da informática no aperfeiçoamento de técnicas de ensino. Numerosos já são os experimentos de sucesso na Internet e é natural acreditar que esta tecnologia básica poderá conduzir a um salto qualitativo no processo de relações humanas inerente ao ensino.

A mediação do computador para aprimorar o ensino requer dois princípios básicos; a alocação de recursos e uma atitude flexível em relação às propostas de mudanças. Se houver disponibilidade de dinheiro é preciso que também não haja resistências a tais mudanças.

O mundo atual da informação tem um vínculo direto com as questões centrais da educação, com a aquisição, organização e transferência de informações e do conhecimento. A utilização de ferramentas como correio eletrônico, fórum e “*chat*” permitem o trabalho em grupo sem a presença física das pessoas, possibilitando uma mediação entre alunos e professores e dos alunos entre si. Embora não se possa garantir, existe uma grande possibilidade desta tecnologia promover um sólido melhoramento qualitativo ao processo de aprendizagem.

A regulamentação do artigo 80 da LDB, que trata do exercício do *ensino à distância* aliada às novas tecnologias de Informática e Telecomunicação mudará o papel das escolas, universidades e da comunidade educacional. A expansão do mercado para as instituições de ensino simultaneamente com a expansão das oportunidades e flexibilidade para os estudantes será uma das conseqüências mais óbvias. Em algumas

áreas do Brasil, a **Escola Virtual** pode ser a única alternativa para a formação, capacitação e/ou atualização de profissionais das mais diversas áreas. É chegada a hora de examinar e explorar estes eventos com muita seriedade.

A EAD apresenta-se como a modalidade mais adequada para este curso, uma vez que se pretende atender a um vasto contingente de alunos, dispersos geograficamente, e principalmente oferecer oportunidade a profissionais da área que estejam em localidades carentes de universidades e centros de pesquisa e ensino que lhe possibilitem o acesso às informações e novidades deste setor em grande ascensão no cenário da construção civil brasileira. Outra grande razão para esta escolha está na preocupação de facultar ao discente a definição do percurso que este irá trilhar e dos métodos que irá utilizar para a produção de seus conhecimentos, respeitando o tempo, o ritmo e o estilo de cada um.

*“A Educação a Distância (...) não deve ser simplesmente confundida com o instrumental, com tecnologias a que recorre. Deve ser compreendida como uma **prática educativa situada e mediatizada**, uma modalidade de se fazer educação, de se **democratizar o conhecimento**. É, portanto, uma alternativa pedagógica que se coloca hoje ao educador que tem uma prática fundamentada em uma racionalidade ética, solidária e comprometida com as mudanças sociais” (PRETTI, 1996).*

“A EAD é um método de repartir conhecimentos, habilidades e atitudes, em que se racionaliza a tarefa mediante a aplicação de divisão de trabalho e de princípios organizativos. Assim como pelo uso extensivo dos meios técnicos, especialmente para o objetivo de reproduzir material de ensino de alta qualidade, pelo qual é possível instruir um grande número de estudantes ao mesmo tempo e onde estejam vivendo. É uma forma industrial de ensinar e aprender” (PETTERS, 1983).

Neste novo cenário, no qual a EAD apresenta-se como alternativa para uma nova prática pedagógica que tem a intenção de atender a demanda de uma sociedade, na qual o avanço tecnológico tem produzido grandes transformações sociais, econômicas,

culturais e políticas, profundas mudanças deverão ser realizadas no processo de formação do cidadão. A primeira delas seria a democratização do acesso ao saber, que levaria a uma segunda proposta de mudança para atender a grande demanda – uma nova configuração educacional – não caberia permanecer centrando o processo de ensino-aprendizagem na figura do professor, no espaço e tempo da escola, é necessário uma configuração que permita economias de escala. Outra mudança importaria na transformação do modelo educacional instrucionista para o modelo construtivista, estabelecendo assim um processo permanente, progressivamente construído. Acima de tudo, é preciso preocupar-se com as relações entre os sujeitos do processo e com as trocas entre esses. Portanto, não basta disponibilizar um ferramental atraente e um material didático de qualidade.

Dentro da UFMG várias iniciativas individuais e em parcerias com outras instituições estão acontecendo. Uma delas, coordenada pelo Prof. Renato Mesquita do Departamento de Engenharia Elétrica, atual coordenador do grupo de Educação à Distância da REMAV-BH2, aponta para a viabilização da difusão maciça do conhecimento a um custo muito inferior aos dos métodos tradicionais. Seu curso “Linguagem de programação C”, em nível de extensão, tem atendido a mais de 2600 alunos do Brasil e do exterior, sem custo para os participantes. Esta é uma iniciativa que tem apresentado resultados muito satisfatórios, alimentando a expectativa de que novos cursos sejam criados com a mesma filosofia.

1.7. Unidades Organizacionais

O “**Estruturas Metálicas**” é apenas uma disciplina do currículo do curso presencial de Engenharia Civil, que tem carga horária de trezentas horas, correspondendo a quatro créditos. No entanto, nesta modalidade trataremos o curso em dez módulos distintos que terão o conteúdo distribuído assim:

QUADRO I - Módulos do Curso de Estruturas Metálicas

Módulo I	O Aço como Material Estrutural
Módulo II	Perfis Estruturais
Módulo III	Aços Estruturais
Módulo IV	Componentes Estruturais das Edificações
Módulo V	Ações nas Estruturas
Módulo VI	Segurança e Desempenho Estrutural
Módulo VII	Comportamentos Elástico e Elasto-plástico
Módulo VIII	Barras Tractionadas
Módulo IX	Barras Comprimidas
Módulo X	Flexão

Para testar as ferramentas disponibilizadas e demonstrar a comunidade acadêmica da UFMG a validade da proposta deste curso foi montada toda a estrutura de “*site*”, e elaborado e produzido o material didático relativo ao Módulo VIII. As unidades de conteúdo deste módulo, tratado simplesmente como curso – Barras Tractionadas, estão distribuídas conforme ilustra o QUADRO II.

QUADRO II – Conteúdo do Curso Barras Tracionadas

Unidade I	
Conteúdo	Introdução Estudo da Região de Ligação de Chapas Parafusadas
Objetivos	Reconhecer as barras submetidas a esforço normal de tração em uma estrutura; Identificar a linha de ruptura crítica de uma ligação em chapas parafusadas; Determinar a largura líquida de uma chapa parafusada submetida a esforço normal de tração.
Unidade II	
Conteúdo	Estudo da Região de Ligação de Outros Perfis Parafusados Área Líquida Efetiva
Objetivos	Identificar a linha de ruptura crítica de uma ligação em perfis parafusados; Determinar a largura líquida de um perfil parafusado submetida a esforço normal de tração; Determinar a área líquida efetiva de perfis e chapas parafusados e soldados.
Atividades Complementares	Leitura do texto BASES DO COEFICIENTE C_t
Unidade III	
Conteúdo	Estados Limites Últimos Dimensionamento aos Estados Limites Últimos
Objetivos	Reconhecer sob qual estado limite último uma barra tracionada romperá; Distinguir o comportamento de uma barra nos estados limites últimos em situações de ligação distintas; Dimensionar barras submetidas à tração, garantindo que a probabilidade de ocorrência dos estados limites últimos esteja em nível suficientemente baixo.
Atividades Complementares	Leitura dos textos AÇOS ESTRUTURAIS USADOS NO BRASIL e COMBINAÇÕES DE AÇÕES.
Unidade IV	
Conteúdo	Limitação do Índice de Esbeltez; Emprego de Barras Compostas; Barras Redondas Rosqueadas; Efeitos Adicionais.
Objetivos	Conscientizar sobre a necessidade de limitação do índice de esbeltez de barras tracionadas; Verificar a distância máxima entre chapas espaçadoras adjacentes em barras compostas, de modo a assegurar o comportamento conjunto adequado dos perfis; Dimensionar barras redondas rosqueadas; Conhecer os efeitos adicionais decorrentes da excentricidade da ligação e do peso próprio de barras tracionadas.
Atividades Complementares	Consulta aos textos AÇOS ESTRUTURAIS USADOS NO BRASIL e COMBINAÇÕES DE AÇÕES.

Os textos complementares estarão disponíveis, tanto através da opção “Área de Transferência” do menu lateral do *site* quanto pelo elo de ligação encontrado na apostila online.

1.8. Proposta Metodológica

1.8.1. Estrutura de Execução

A metodologia adotada no “**Estruturas Metálicas**” pretende estimular o trabalho em grupo entre os participantes, os professores especialistas e tutores, os técnicos de rede e designers. Este curso deverá ser veiculado pela Internet, dispondo de material didático em dois formatos: apostila digital “*online*” e em arquivo texto para impressão. As atividades são realizadas em tempo real, para controle e registro do aproveitamento do aprendiz. Um *software* didático está disponível, para permitir ao aluno resolver, de forma interativa, uma infinidade de casos que envolvam análise e dimensionamento de barras isoladas em uma estrutura metálica.

1.8.2. Organização do Curso

a) Estudos Individuais

O aluno deverá organizar-se para o estudo, reservando um horário que se ajuste ao seu tempo livre e seja suficiente para a realização das leituras e atividades básicas do curso (realizadas “*online*”). Para os alunos que tenham tempo e interesse de investigar mais a respeito do conteúdo são indicados leituras complementares e exercícios de fixação adicionais. Seminários e Palestras, além do aplicativo didático são também indicados ao longo do material “*online*”, como sugestão de complementação do exposto no texto base.

Os materiais de estudo disponíveis são: o guia didático do curso, que auxilia o aluno na escolha do seu percurso para a produção do seu conhecimento; a apostila (em texto e hipertexto); e textos complementares na seção de “Área de Transferência”. A grande vantagem da utilização da apostila “*online*” está nas animações que ilustram os fenômenos citados no texto e nas sugestões de leituras e atividades complementares. Mas o uso do material impresso não fica prejudicado se o aluno atentar para as indicações contidas na “Agenda” e no “Guia do Curso”.

b) Orientação Acadêmica – Tutoria

Para incentivo e apoio ao estudo individual e isolado do discente, a tutoria funcionará através de um “Grupo de Discussão” ou fórum e através de “correio eletrônico”. Apesar de ser uma ferramenta limitante no que diz respeito à temporalidade, um “*chat*” ou “*chat*” será promovido a cada módulo do curso para estabelecer um contato síncrono de todo o grupo envolvido no curso, que se disponibilize a participar de mais uma tarefa adicional. Esses “encontros” a distância deverão ter um planejamento prévio e um material para a discussão deverá ser enviado aos alunos com antecedência. O tutor terá que motivar e manter o tema da discussão. Parece uma atividade simples, no entanto, verifica-se que em grupos numerosos o “*chat*” é caótico, pois surgem conversas paralelas e foge-se do tema proposto para a discussão com muita facilidade. Portanto, é preciso estabelecer regras a serem seguidas por todos os participantes de modo a garantir a eficácia da atividade em grupo no processo de construção do conhecimento.

Os tutores serão capacitados para o desempenho de suas atividades, farão o curso de especialização em formação de tutores de EAD, e deverão atender a um máximo de 25 alunos. Esta limitação do número de alunos por tutor tem a intenção de possibilitar um acompanhamento mais próximo e personalizado para atingir a qualidade que se espera para esses serviços. A tutoria é grande responsável pela manutenção dos alunos motivados e para o sucesso do curso como um todo.

Os serviços de tutoria serão realizados principalmente pela Internet, mas será facultada aos discentes a consulta por meio de telefone no horário de plantão e através de fax e correio.

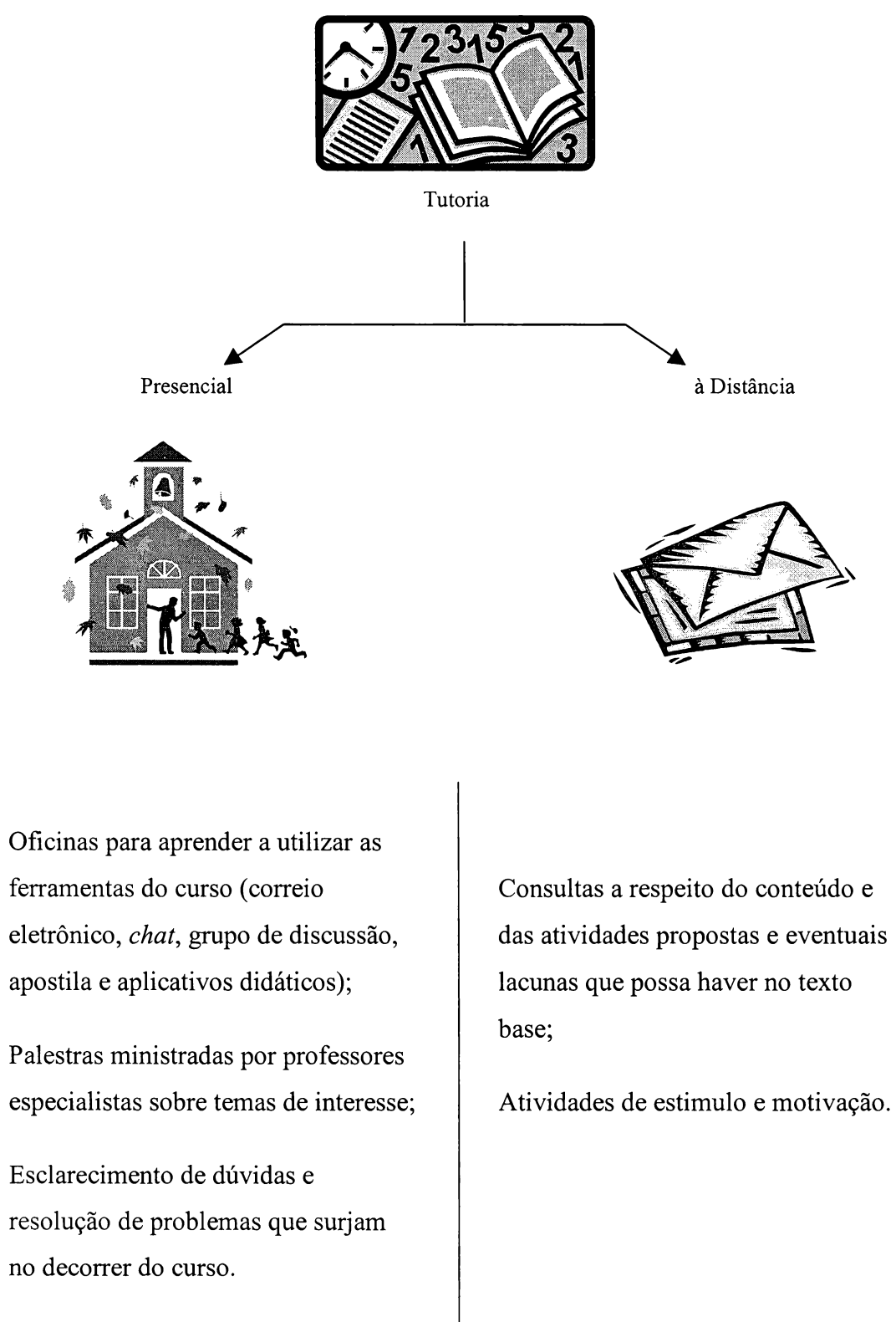


FIGURA 2 – Atribuições da Tutoria

c) Avaliação da Aprendizagem

A avaliação da aprendizagem será realizada “*online*” ao final de cada unidade de conteúdo através de uma ferramenta interativa desenvolvida em FLASH 5. A recuperação de unidades será permitida, havendo tentativas de resolução para exercícios escolhidos aleatoriamente em um banco de dados.

[Como este curso não terá] (...) *fins de promoção, certificação ou diplomação*, (...) [não serão realizados] *exames presenciais*(...) (Decreto 2.494/1998, Art. 7º).

d) Encontros Presenciais

Os encontros presenciais são facultados àqueles que tenham dificuldades no uso das ferramentas disponíveis. Estes compreendem oficinas e palestras e serão agendados no início do curso.

A orientação acadêmica poderá também ser realizada presencialmente nos horários destinados ao plantão da tutoria, quando poderão ser esclarecidas dúvidas ao longo de todo o curso.

1.9. Plano Curricular

Este curso consiste de apenas uma disciplina, cujo módulo piloto tem carga horária de dezesseis horas, distribuídas em duas semanas. O interessado em participar deste curso deve ser profissional de engenharia ou arquitetura ou aluno de um destes cursos desde que tenha cursado as disciplinas a seguir:

- Resistência dos Materiais I e II
- Teoria das Estruturas I e II

Por ser um curso à distância não se pretende estabelecer limitações quanto a tempo de estudo. No entanto o participante terá o curso disponível por duas semanas. Neste período, ele poderá ajustar seu tempo de estudo aos seus intervalos livres.

1.10. Equipe de Projeto

Para a realização deste projeto conta-se com uma equipe multidisciplinar, composta por alunos de Graduação e Mestrado e professores, apresentada no QUADRO III. E ainda, com o apoio da estrutura de secretaria do Departamento de Engenharia de Estruturas (DEES/UFGM).

QUADRO III – Atribuições da Equipe de Trabalho

Atividades	Responsável
Construção do Banco de Dados e programação ASP, SQL dos arquivos do “site”	Augusto Maia Gonçalves
Consultoria	Prof. Armando César Lavall
Coordenação do Projeto	Prof. José Ricardo Q. Franco
Elaboração de Animações e programação para Internet (ActionScript, Java Script Etc.)	Mariana Hostalácio Barbosa
Elaboração de Vídeos	João Henrique R. D. Maciel
Elaboração do Material Didático	Prof. Ricardo Hallal Fakury
Tratamento do Material Didático para Web, Desenvolvimento de softwares didáticos, Elaboração dos Instrumentos de Avaliação	Rosália Gusmão de Lima

1.11. Recursos Materiais

Contamos com a estrutura do CADTEC/DEES/UFGM (Centro de Apoio, Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica), que dispõe de 12 micro-computadores, câmeras digitais, placa de aquisição de vídeo, impressoras, softwares de autoria, Macromedia FLASH 5, MicroSoft Visual C++, Authorware, PhotoShop, Corel e todo o elenco de softwares da Autodesk.

O Financiamento deste projeto será realizado por instituições de fomento a pesquisa através das bolsas de Iniciação científica e de Mestrado (FAPEMIG, CAPES e CNPq). As verbas relativas a aquisição de material de consumo e de material permanente, bem como gastos com viagens deverão ser cobertos por verbas destinadas ao projeto de Educação à Distância firmados com a REMAV-BH2.

1.12. Indicadores de desempenho

1.12.1. Resultados Esperados

✕ EV em funcionamento, oferecendo um curso piloto na área de Engenharia das Estruturas, que servirá como uma ferramenta auxiliar em cursos presenciais, bem como proporcionarão acesso as mais novas informações relacionadas aos temas abordados no curso;

✕ Relatório final contendo todas as etapas do desenvolvimento do projeto e uma análise dos resultados dos testes realizados com alunos da UFMG. Estes testes irão concentrar-se na navegabilidade e usabilidade das páginas do curso, interatividade dos exercícios propostos, dialogicidade dos textos e interface dos aplicativos didáticos.

1.12.2. Repercussão e/ou impactos dos resultados:

✕ Espera-se que o curso em caráter de extensão, que será disponibilizado pela EV, traga para o seu público alvo uma opção de capacitação e atualização nos temas abordados. É muito importante que este projeto seja desenvolvido de modo a manter os participantes dos cursos interessados e motivados, para que dêem continuidade ao estudo, lembrando que a evasão é um dos grandes problemas das aplicações em EAD.

✕ Os grupos de discussão e os “*chats*” programados deverão apresentar-se como uma ferramenta muito eficaz no esclarecimento de dúvidas e orientações no direcionamento dos estudos.

✕ Os *software* didáticos interativos serão de grande importância para o aprendizado dos alunos à distância e poderão vir a ser uma ferramenta muito útil para alunos e professores dos cursos presenciais, tornando o aprendizado mais estimulante, uma vez que a intervenção dos usuários será total e a interface bem amigável e intuitiva.

2. SOFTWARE EDUCACIONAL

2.1.Sistemas Educacionais Informatizados

Para LAMPERT (1999), a Universidade dentro da nova visão de mundo do neoliberalismo, precisa estar aberta às inovações e contradições que a tríade ciência/tecnologia/indústria desenvolvem. Além da reproduzir o conhecimento faz-se necessário gerar ciência e tecnologia. Os enfoques passam a ser ensino a distância e estratégias para auxílio das aulas presenciais como elaboração de *courseware*.

Para elucidar alguns pontos chaves da discussão sobre sistemas educacionais informatizados, alguns conceitos serão apresentados.

STRUCHINER (1997) define: “hipertextos são sistemas computadorizados que permitem a criação/utilização de documentos organizados por conjuntos de textos cujos conteúdos se desenvolvem a partir de determinado tópico, permitindo a formação de uma rede de informações relacionadas a temática inicial e estruturada de forma não seqüencial. O usuário de um sistema deste tipo pode, assim, escolher seus próprios caminhos de acesso (trilha) e níveis de aprofundamento sobre a base de informações, através da seleção de palavras-chave (botões) contidas no corpo do texto, que se encarregam de conduzi-los aos blocos de texto (nós) relacionados com as suas escolhas, por meio de ligações logicamente embutidas no programa (*links*)”.

Quando hipertextos são enriquecidos com gráficos, animações, fotografias, vídeo e áudio, passam a ser chamados de hipermídia.

Para CHAVES (1991) “em seu sentido lato, o termo “*multimídia*” se refere a apresentação ou recuperação de informações que se faz com o auxílio do computador, de maneira multissensorial, integrada, intuitiva e interativa. Quando se afirma que a apresentação ou recuperação da informação se faz de maneira multissensorial, quer-se dizer que mais de um sentido humano está sendo envolvido no processo, fato que pode exigir a utilização de meios de comunicação que até pouco tempo, raramente eram empregados de maneira coordenada, a saber: som (voz humana, música, efeitos especiais); fotografia (imagem estática); vídeo (imagem em pleno movimento); animação (desenho animado); gráficos e textos”.

O MEC (1987) define *software* educacional como aquele elaborado para contribuir diretamente para o ensino ou aprendizagem. Os programas com recursos multimídia, para CHAVES (1991), criam um ambiente estimulante, tornando o aprendiz ativo, decidindo sobre o que, como e quando estudar. Algumas vantagens no uso de tais sistemas citadas por CONKLIN (1983) são de grande relevância: a aprendizagem é conduzida de maneira mais adequada para cada indivíduo; tais sistemas encorajam o estudante a desenvolver métodos mais criativos e flexíveis de resoluções de problemas; permitem maior aproveitamento do tempo dispensado aos estudos; permitem atualização de acordo com os avanços assistidos e a avaliação dos resultados; oferecem motivação aos alunos por verificarem de imediato o seu desempenho; permitem o direcionamento às necessidades individuais de cada aluno; e ainda MOTTA (2000) ressalta que o computador é consistente, paciente e tolerante com todos os usuários, sem distinção.

2.2. A Estrutura de Navegação do Curso

2.2.1. Fase I – Pesquisa

a) Definição do Escopo











Constatada a necessidade de adequar as estratégias de ensino/aprendizagem aos multimeios da atualidade, delimitou-se o conteúdo a ser desenvolvido para o projeto piloto de implantação deste curso. Apontou-se o capítulo relativo ao estudo de barras tracionadas, que oferecia possibilidades múltiplas de aplicações envolvendo as tecnologias pesquisadas.

O material didático, apresentado no Anexo I, foi gentilmente cedido por FAKURY (2001), professor titular da disciplina na UFMG. Este material foi desenvolvido com base nos conceitos mais atuais e na experiência do autor no ensino desta disciplina. Um tratamento pedagógico foi necessário para adaptá-lo à Internet.

Os diversos recursos – animações, vídeos, imagens, tabelas e gráficos - foram planejados de acordo com os conceitos tratados no texto base, sendo disponibilizados para visualização através de *links* em ícones dispostos ao final dos blocos de texto relacionados.

O QUADRO VI identifica os ícones dos tipos de links e àqueles responsáveis pela navegação na apostila:

QUADRO IV – Ícones da Apostila

	Índice analítico		Vai para o topo da página
	Vai para a próxima página de um mesmo sub-ítem		Vai para o próximo sub-ítem
	Volta para a página anterior de um mesmo sub-ítem		Volta para o sub-ítem anterior
	Ver imagem		Ver animação
	Ver vídeo		Ler texto complementar

b) Caracterização do Usuário

O público alvo do Curso de Estruturas Metálicas, produto deste estudo, são estudantes de Engenharia e Arquitetura, que tenham cursado as disciplinas Resistência dos Materiais I e II e Teoria das Estruturas I e II (pré-requisitos para a disciplina Estruturas Metálicas do curso presencial); e profissionais do segmento da construção metálica. Portanto, trata-se de indivíduos adultos, de ambos os sexos e de poder sócio-econômico heterogêneo, mas que têm acesso a Internet (veículo deste curso) em casa, na escola ou no trabalho. A programação de estudo, respeitando as particularidades de cada aprendiz, foi delineada admitindo que, nos laboratórios de informática, a média de acesso permitida a cada aluno seja limitada a oito horas semanais, e que deste período ele possa dispor da metade para dedicar-se a este estudo.

Os recursos computacionais exigidos são microcomputador com sistema operacional Windows 95/98/Me/NT e acesso a Internet. Todas as ferramentas criadas são acessadas através do *browser* - Netscape Navigator 3 (ou superior) ou Internet Explorer 3 (ou superior), com controles ActiveX para Flash (*plug-in*). Caso o usuário disponha de versões anteriores, deverá fazer o download do Flash Player, gratuito no site: <http://www.macromedia.com/software/shockwaveplayer>.

c) Levantamento dos Recursos Disponíveis

Foram elencados os recursos de *hardware* e *software* disponíveis no CADTEC para o desenvolvimento do produto, considerando as necessidades para a geração de aplicativo acessível através da plataforma do aprendiz (usuário).

Foram identificados dois microcomputadores – um deles com placa de aquisição de vídeo, *scanner*, impressora, microfone e camera de vídeo como equipamentos necessários. Os *software* disponíveis para este desenvolvimento, foram: AutoCAD 2000, Flash 5, Corel Draw e Photo Paint 10, Macromedia Dreamweaver e/ou Microsoft FrontPage.

d) Definição da Interface

A interface proposta deveria ser limpa, clara e motivadora, apresentado o conteúdo e oferecendo elementos que contribuíssem para o entendimento, sem distrair ou confundir o aluno.

Para definir esta interface, foi realizado um estudo sobre os meios interativos e relacionados, no QUADRO VII, os tipos de mídia que melhor atendam aos objetivos do curso, objeto deste trabalho.

QUADRO VII – Mídias adequadas para os Objetivos do Curso

OBJETIVOS	TIPO DE MÍDIA
Administrar e acompanhar os dados gerenciais e pedagogicos dos participantes do curso	Banco de Dados Access e instruções ASP inseridas nas páginas HTML
Apresentar os conceitos básicos sobre o estudo de barras tracionadas em estruturas metálicas	Informações em <u>hipertexto</u> , enriquecidas com <u>gráficos</u> , <u>imagens</u> e <u>animações</u>
Avaliar o aprendizado ao longo do curso	<u>Ferramenta interativa</u> de solução dos exercícios propostos, desenvolvida em tecnologia Shockwave e Action Scripting, que permite a verificação automática da entrada de dados e o controle do aproveitamento através do banco de dados Access e das rotinas implementadas em ASP
Disponibilizar um aplicativo didático adicional, para teste de outras situações de estudo de barras tracionadas	<u>Aplicativo TracBAR</u> desenvolvido em tecnologia Shockwave e Action Scripting, para manipulação através do <i>browser</i> em formato SWF, ou para cópia e execução em máquina do usuário. Esta última opção será disponibilizada na seção de <i>Downloads</i> , em formato EXE.
Mostrar como é realizado o ensaio de tração em corpos de prova	<u>Vídeo</u> e apresentação de dados dos ensaios realizados em duas amostras (<u>tabelas</u> e <u>gráficos</u>)
Motivar o aluno e estabelecer um contato pessoal	Correio eletrônico
Promover troca de informações e discussão relacionada aos temas tratados no texto base	Ferramenta <u>Grupo de Discussão/ Fórum</u> , acessada através do menu lateral com possibilidade de ordenar por remetente, data de envio e assunto
Propor leitura complementar	Conteúdo <u>textual</u> em formato para <u>impressão</u> (.pdf), podendo ser visualizado também no browser.

2.2.2. Fase II – Planejamento

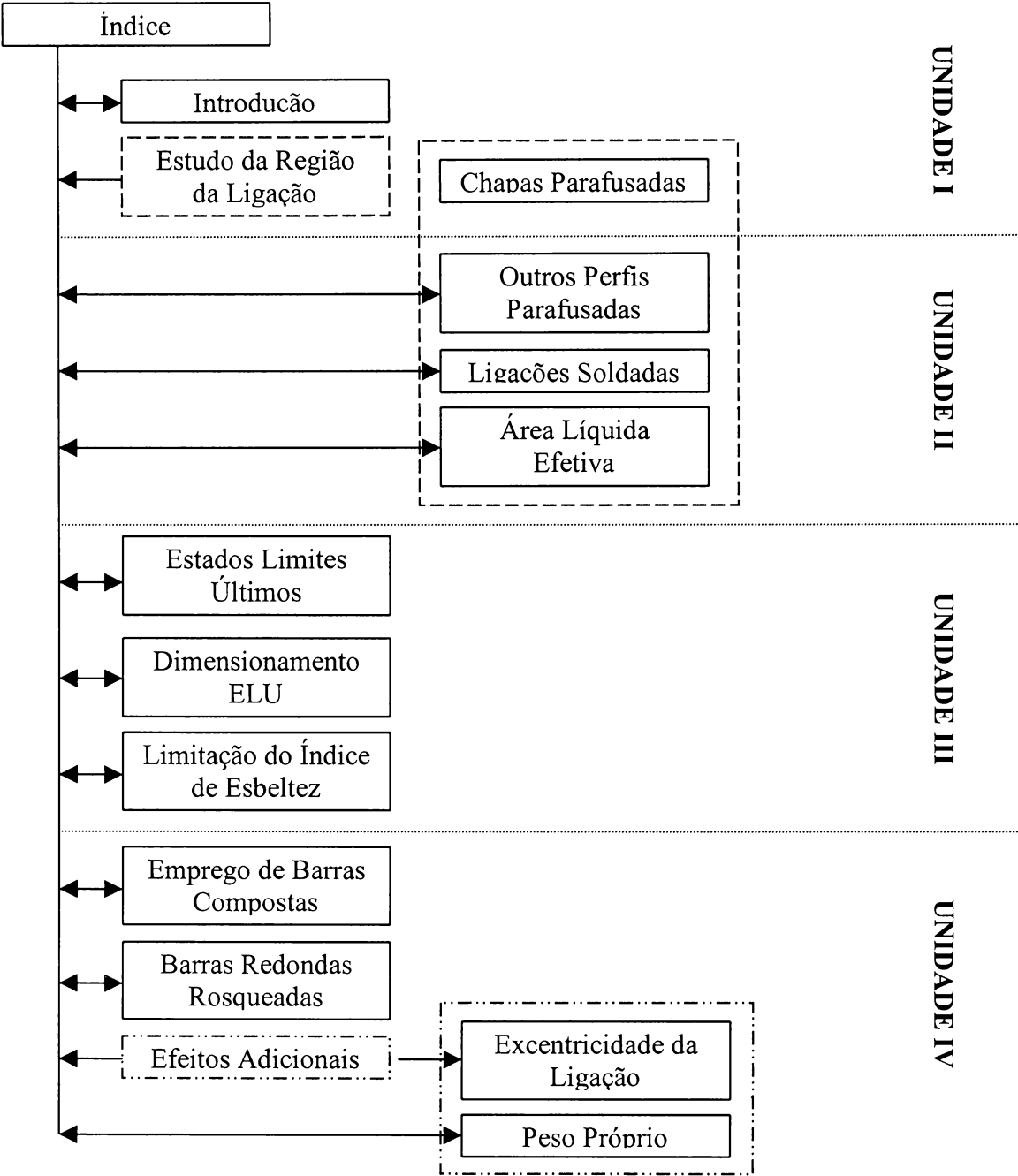
a) Organização do Conteúdo

O conteúdo foi organizado em pequenos pacotes, identificando os “nós” de informação, que vieram a constituir as quatro unidades do curso piloto. E o fluxo das atividades foi esboçado, considerando-se que ao final de cada um destes pacotes, o aprendiz seria submetido a um exercício de avaliação, que lhe daria acesso ao próximo pacote de informações.

b) Construção do Fluxo de Apresentação

Nesta fase, foram relacionadas as figuras estáticas e dinâmicas (animações), tabelas, quadros e gráficos que iriam compor cada unidade. E a seqüência e forma de apresentação destas foi definida. Em seguida estabeleceu-se as ligações entre os vários níveis de informação, criando os fluxos de navegação entre as páginas da apostila digital. O FLUXOGRAMA 1 apresenta a disposição das páginas e como elas se interligam.

FLUXOGRAMA 1 – Conteúdo do Curso Barras Tracionadas



c) Desenho da Interface

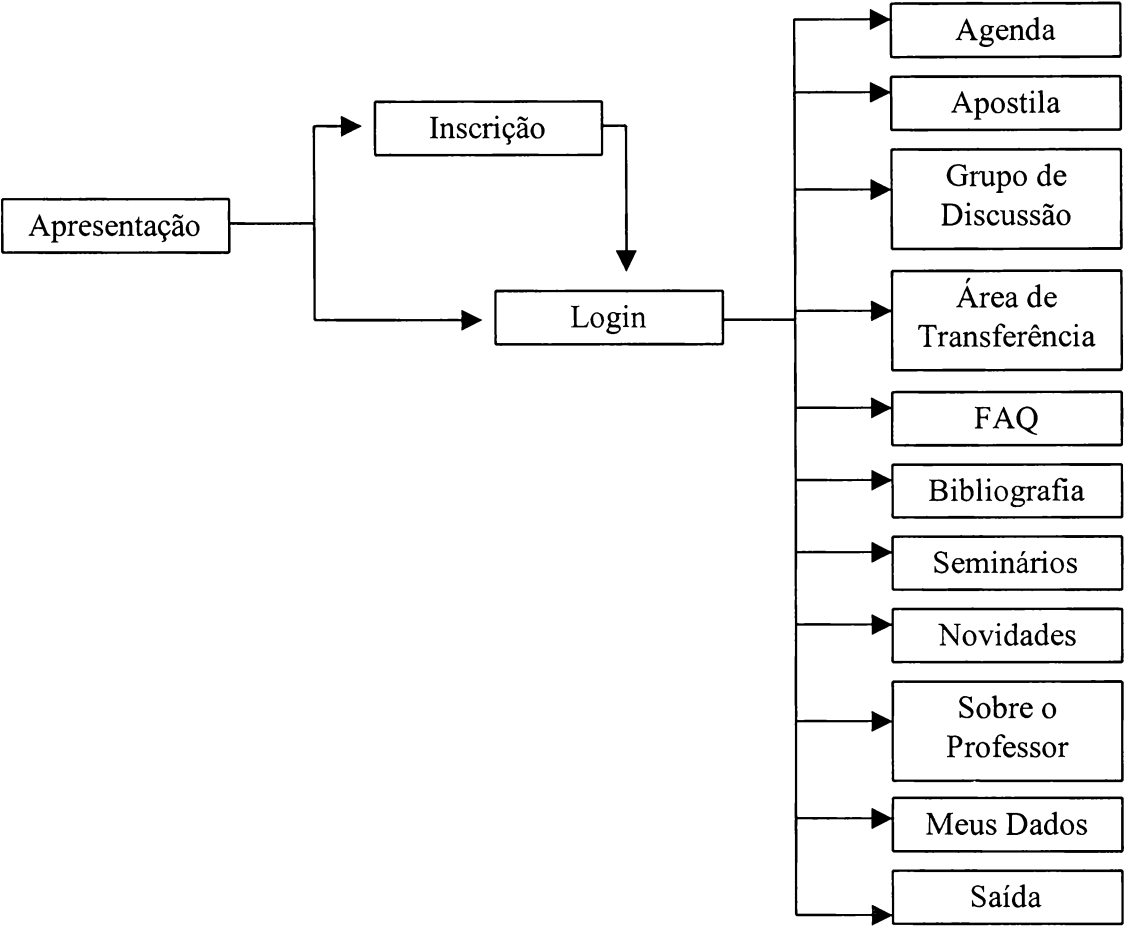
Nesta fase, definiu-se o *layout* das páginas. Para a produção de um material leve, o texto foi disposto em fundo branco e as animações e figuras são apresentadas em janelas do tipo *pop-up*. Acredita-se que desta forma o aluno não perde o foco na leitura, associando as informações visuais (gráficos, imagens e animações) ao conteúdo lido.

2.2.3. Fase III – Produção

a) Criação das Páginas de Navegação

Definido o *layout* das páginas e organizado o conteúdo, partiu-se para a criação das mesmas e estruturação da hierarquia global da interface do aplicativo. O FLUXOGRAMA 2 ilustra essa hierarquia, fornecendo uma visão geral da lógica do projeto. As figuras na sequência apresentam as principais páginas e o formato de apresentação da apostila digital.

FLUXOGRAMA 2 – Hierárquia Global da Interface



ESTRUTURAS METÁLICAS



UFMG

APRESENTAÇÃO

INSCRIÇÃO

INÍCIO

AGENDA

APOSTILA

GRUPO DE DISCUSSÃO

DOWNLOAD

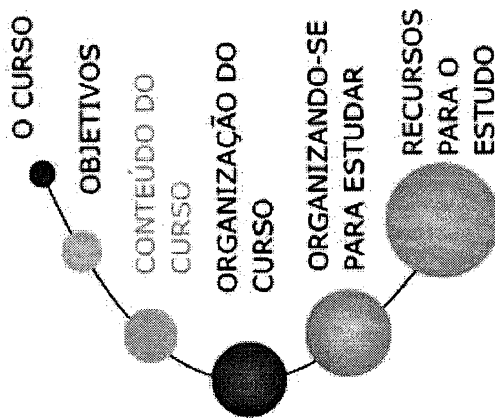
BIBLIOGRAFIA

MEUS DADOS

SAÍDA

A proposta deste projeto de Mestrado consiste do desenvolvimento do ambiente para o oferecimento de um Curso de Estruturas Metálicas completo na modalidade EAD. No escopo global deste projeto está incluído também a elaboração do material didático de um primeiro módulo do Curso, que abordará o assunto BARRAS TRACIONADAS. O conteúdo deste módulo será apresentado ordenadamente nos seguintes tópicos:

- BARRAS TRACIONADAS
- ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO
- ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS
- DIMENSIONAMENTO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS
- LIMITAÇÃO DO ÍNDICE DE ESBELTEZ
- EMPREGO DE BARRAS COMPOSTAS
- BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS
- EFEITOS ADICIONAIS.



Curso Metálicas - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back

Forward

Stop

Home

Search


Media


Print


Links


Address <http://www.cadtec.dees.ufmg.br/metalias/>

ESTRUTURAS METÁLICAS









APRESENTAÇÃO

INSCRIÇÃO

INÍCIO

AGENDA

APOSTILA

GRUPO DE DISCUSSÃO

DOWNLOAD

BIBLIOGRAFIA

MEUS DADOS

SAÍDA

Inscrição de novos alunos

Para se inscrever no curso "online" Barras Tracionadas em Estruturas Metálicas, basta preencher o formulário abaixo e enviar os dados.

Os campos marcados com asterisco * são obrigatórios.

>> Seus dados pessoais

Nome *

Apelido

(como quer ser chamado) *

Telefone *

E-mail *

Sexo * ☒ Masculino ☐ Feminino

Cidade

Pais

Brasil

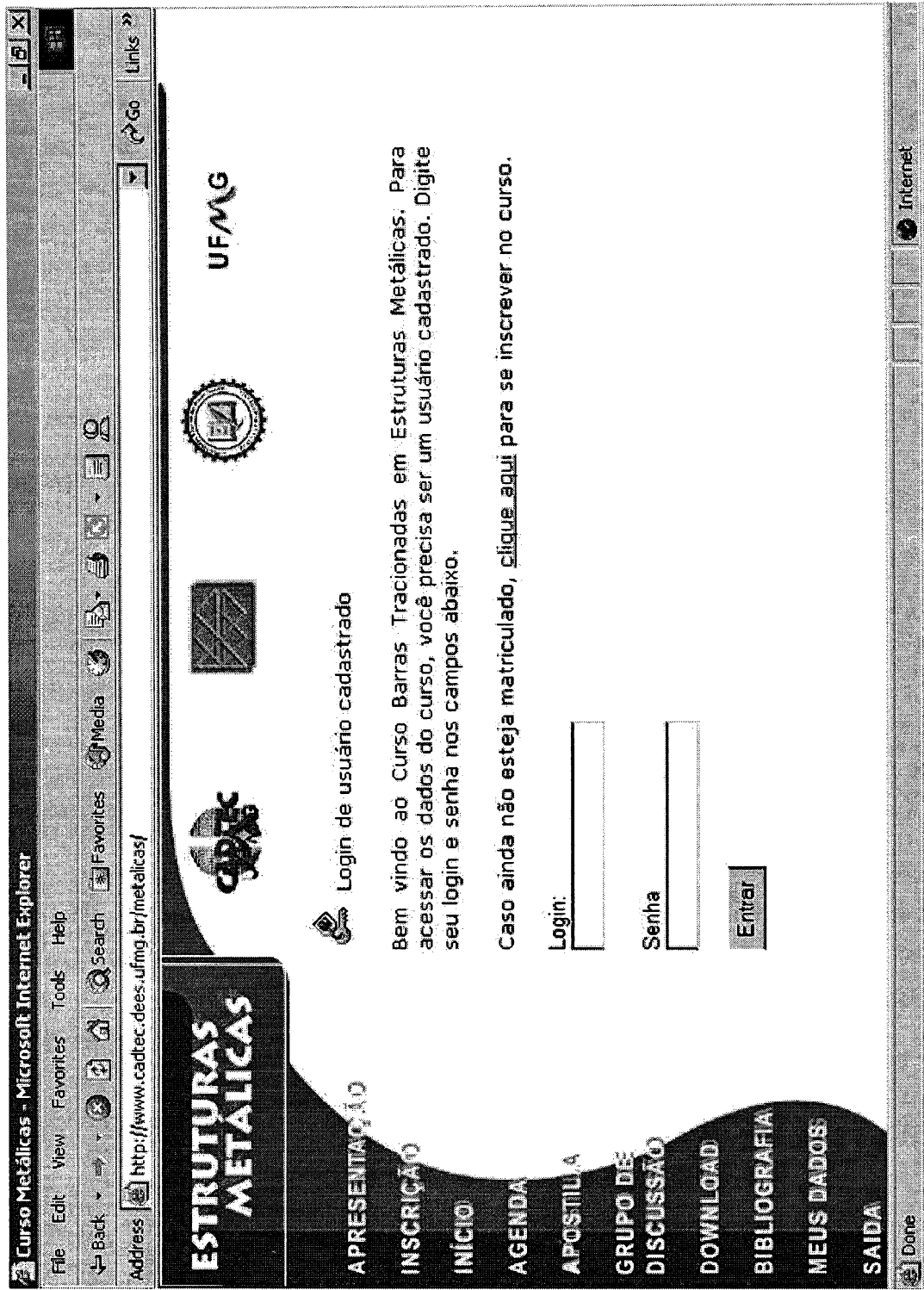


FIGURA 5 – Página de Acesso ao Curso

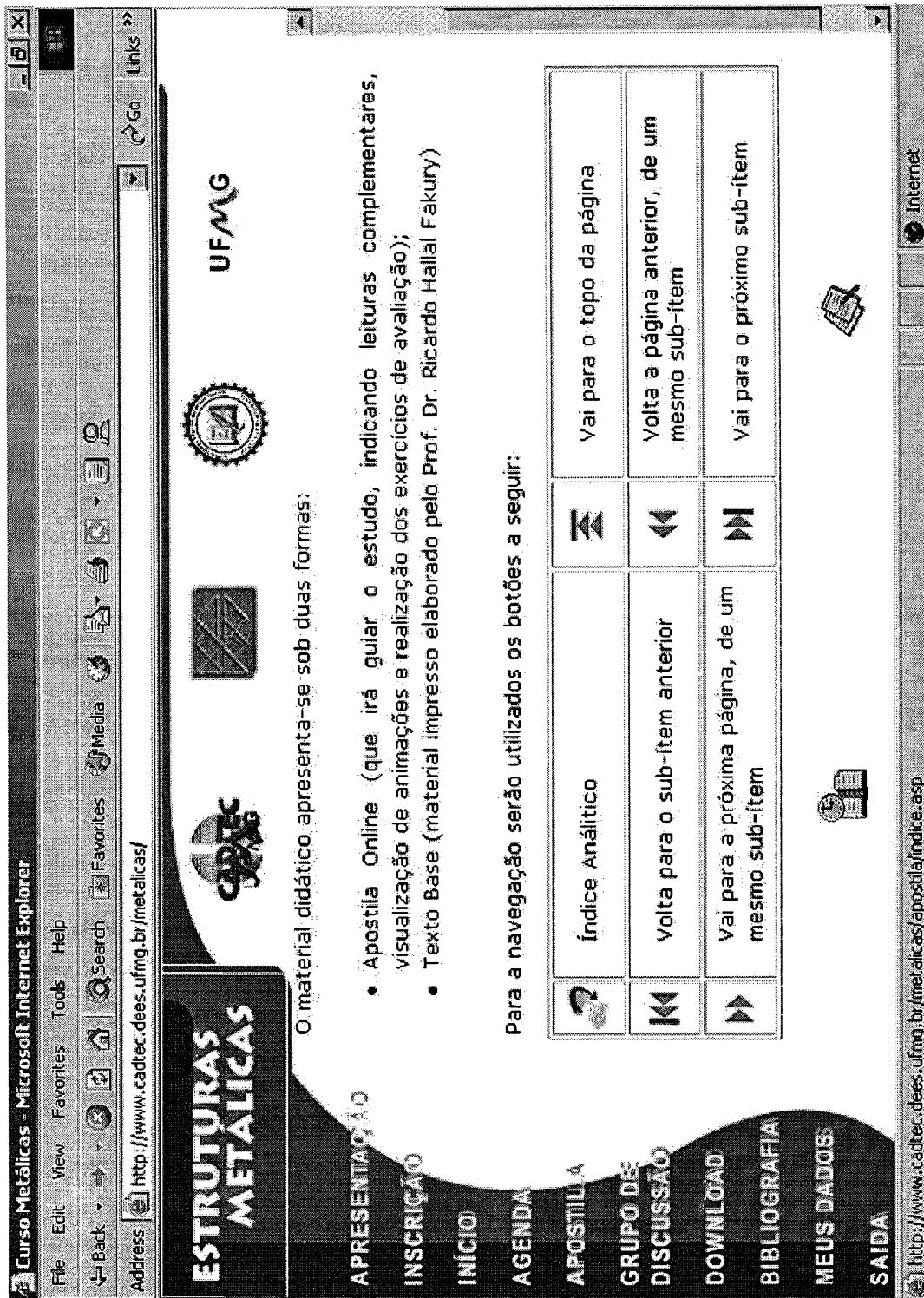


FIGURA 6 – Página de Boas Vindas e de Instrução

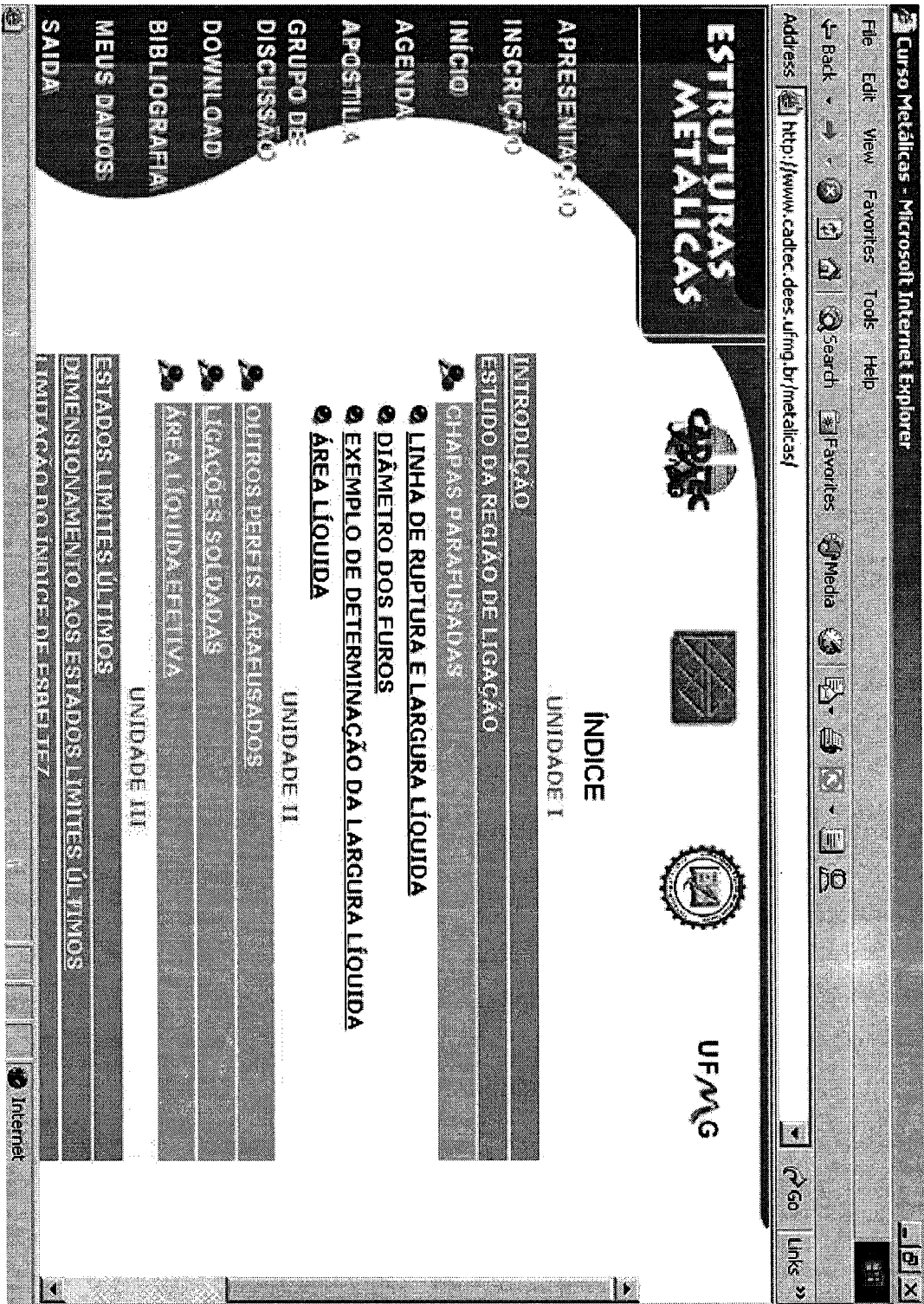


FIGURA 8 – Índice da Apostila Digital

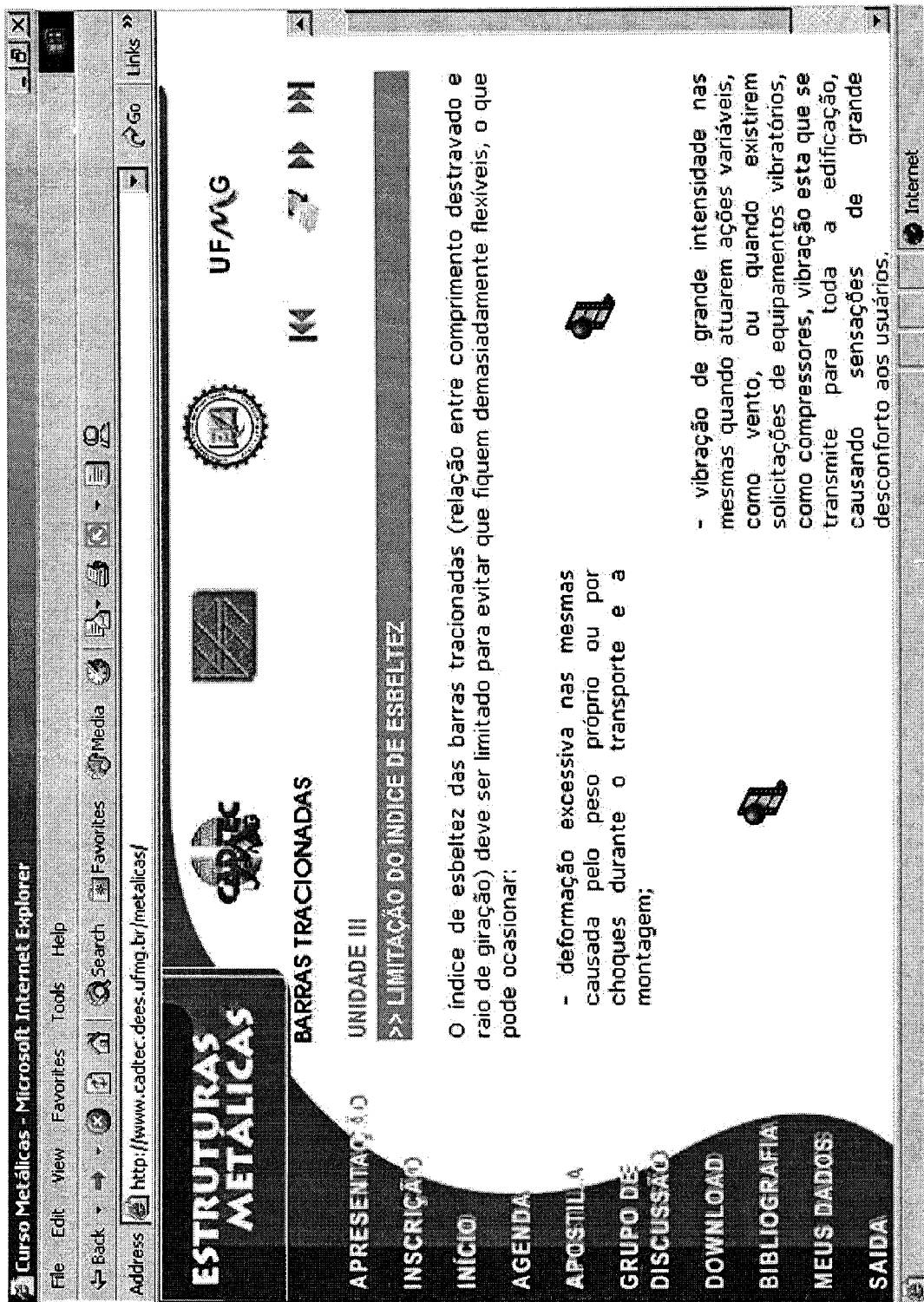


FIGURA 10 – Apostila Digital – Limitação do Índice de Esbeltez



FIGURA 11 – Página do Grupo de Discussão

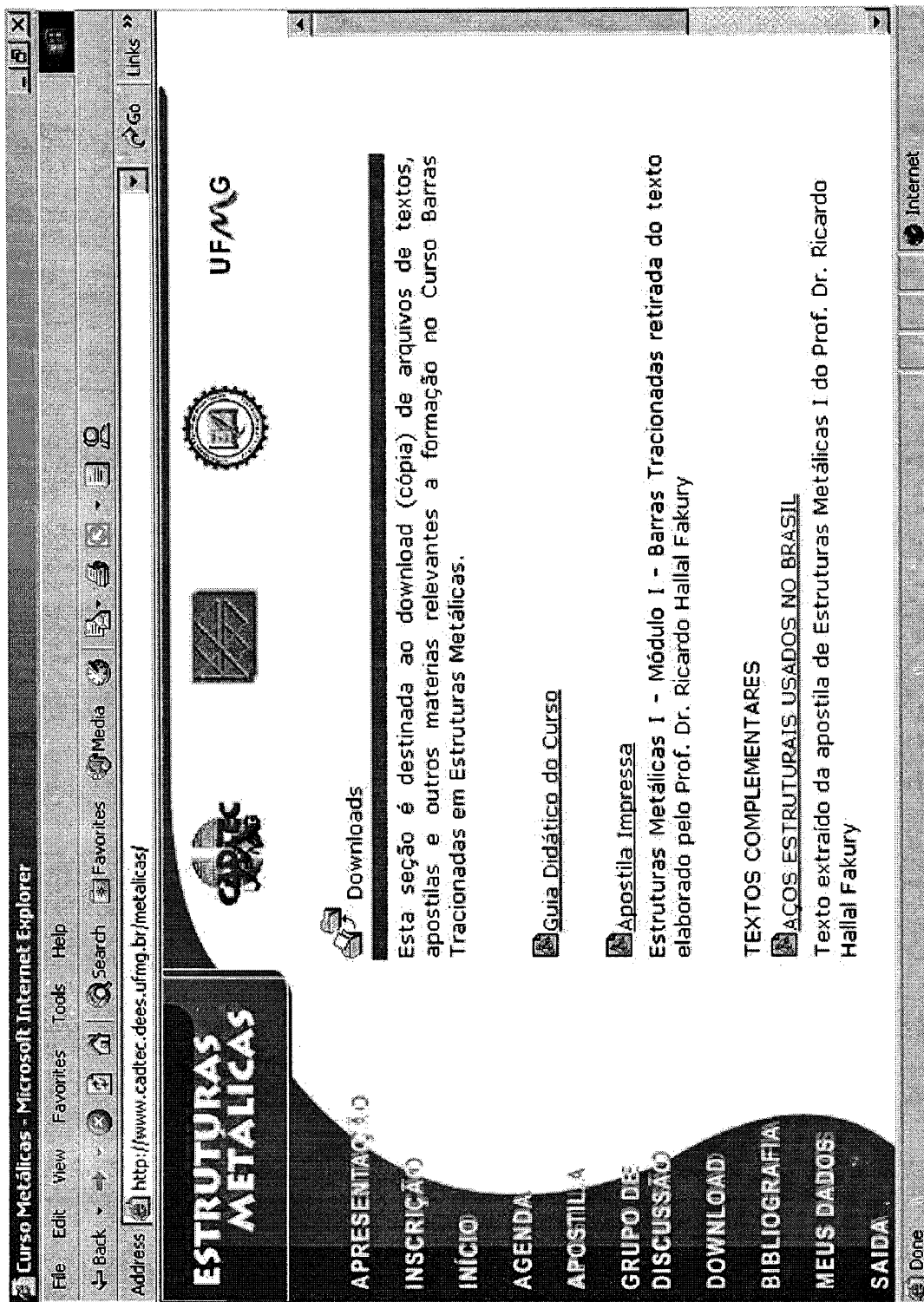


FIGURA 12 – Página da Área de Transferência

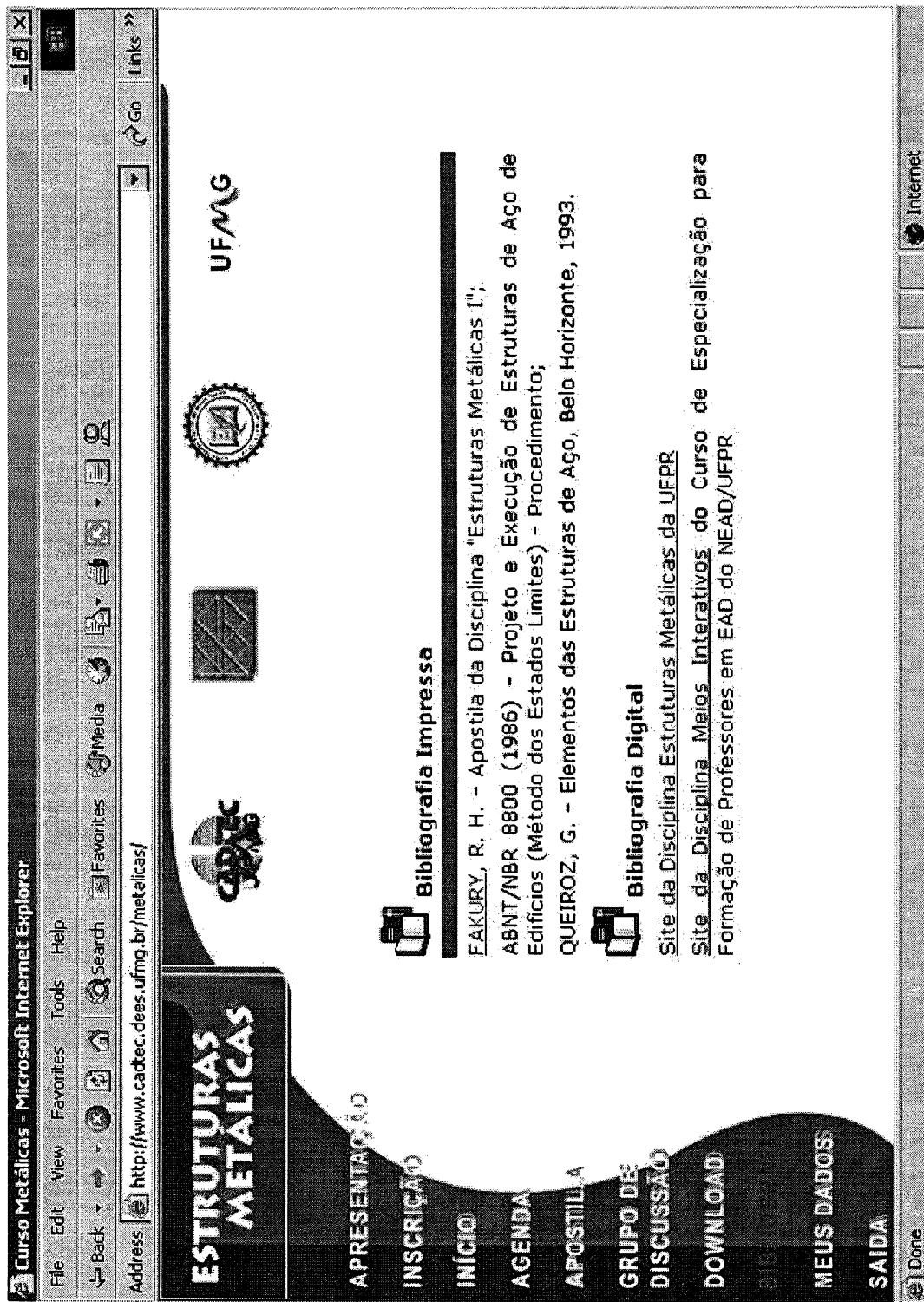


FIGURA 13 – Referências Bibliográficas

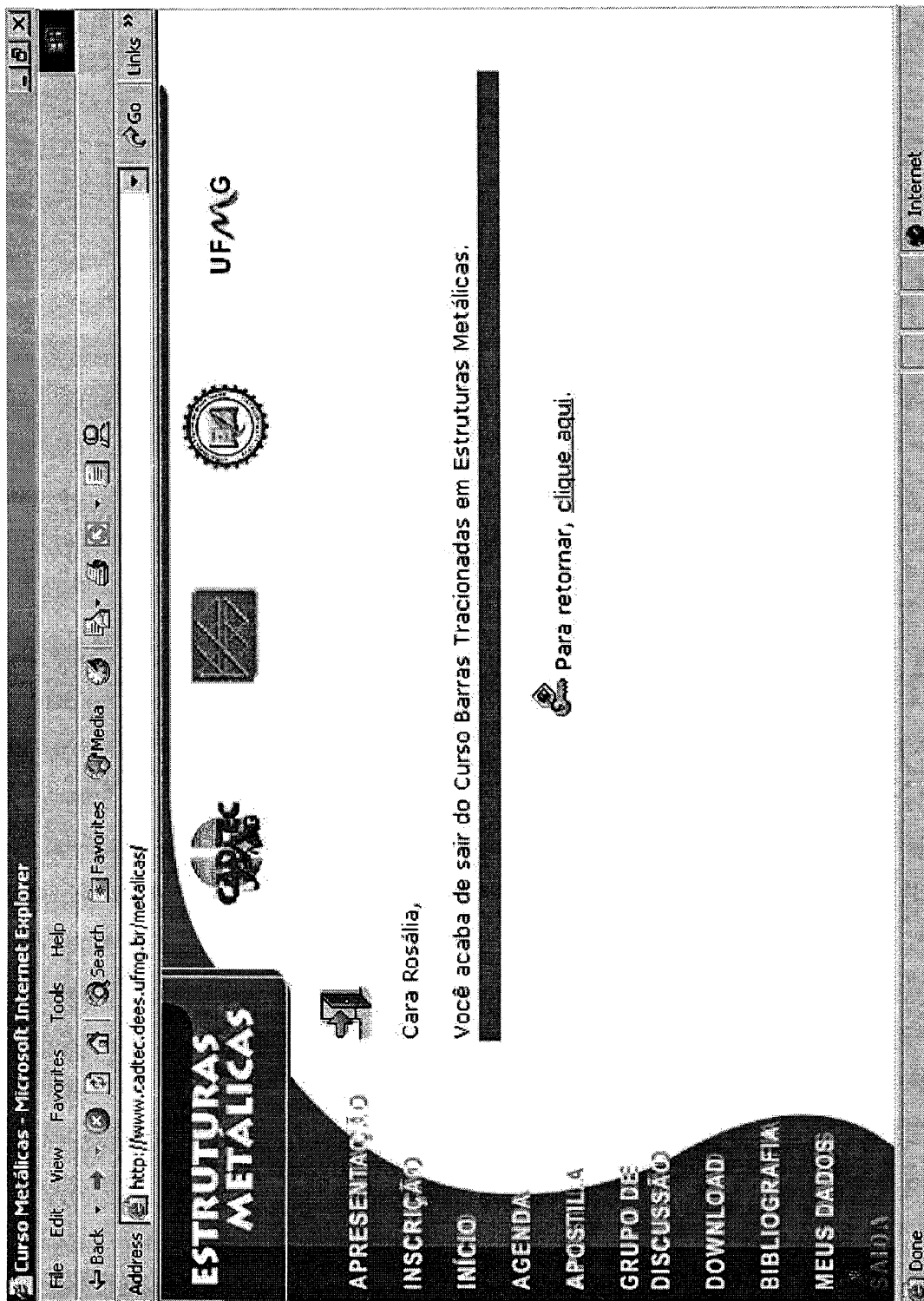


FIGURA 14 – Página de Saída do Curso

b) Elaboração de Animações e Vídeos

As animações foram idealizadas e elaboradas em Flash 5. Os vídeos foram feitos e compactados pela autora deste estudo, de forma bem amadora. As figuras a seguir mostram o modelo das animações e das imagens estáticas.

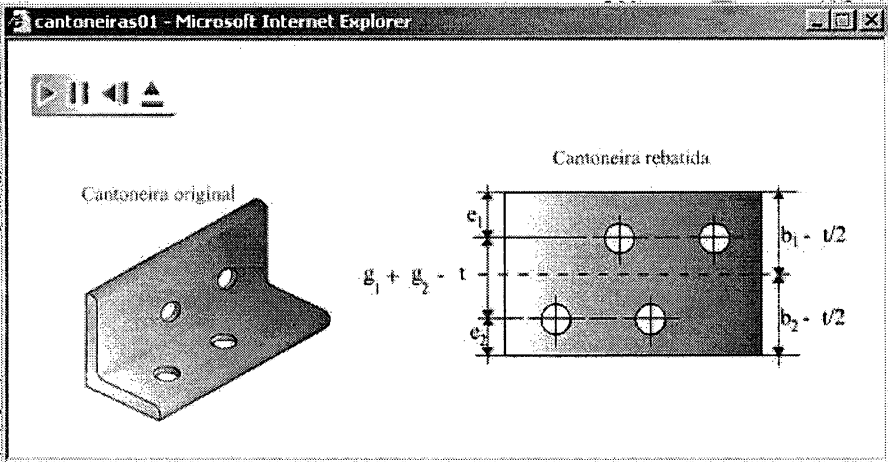


FIGURA 15 – Rebatimento de Cantoneira (Animação)

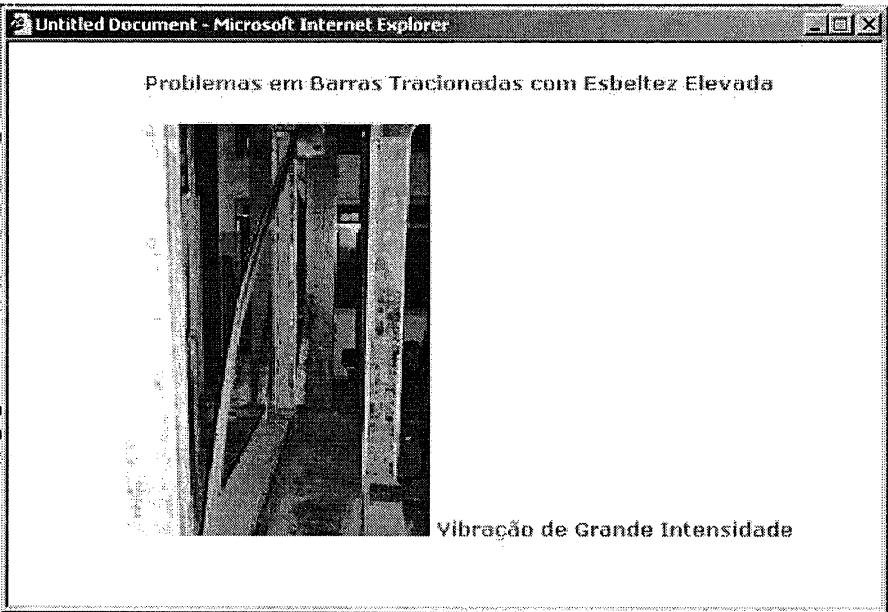


FIGURA 16 – Vibração de Grande Intensidade (Gif Animado)

c) Implementação do Código do Aplicativo Didático

Definida a finalidade de uso do aplicativo, foram selecionados os tipos de perfil a serem tratados por ele e as informações inerentes a cada um. Com a definição das variáveis em questão, foi desenvolvido um algoritmo simplificado de cálculo, com base nas determinações da Norma Brasileira NBR 8800 (ABNT, 1986), implementado em *Action Scripting*, no Flash 5.

As próximas figuras apresentam as telas principais do aplicativo **TracBAR**.

TracBAR

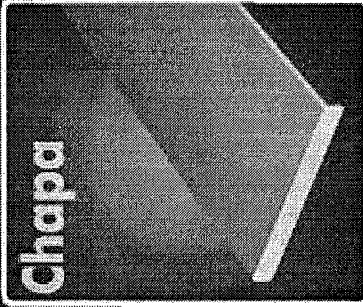
Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Engenharia de Estruturas
CADTEC
LIMA, Rosália Gusmão
rosalia@cadtec.dees.ufmg.br



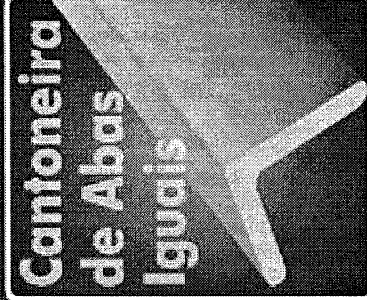
FIGURA 17 – Tela de Apresentação do Aplicativo Didático

Selecione o tipo de perfil

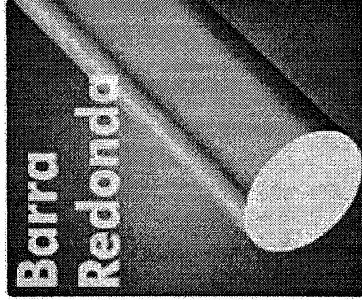
Chapa



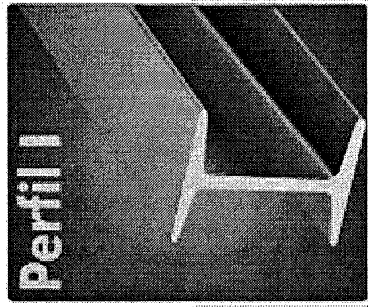
**Cantoneira
de Abas
Iguais**



**Barra
Redonda**



Perfil I



Perfil U



FIGURA 18 – Tela de Seleção do Perfil da Barra em Estudo

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]

Aço

f_y

f_u

N_d

kN

Liga

ASTM A-36

ASTM A-570(G40)

ASTM A-570(G45)

ASTM A-441(1/2(k=19)

ASTM A-441(3/19(k=38)

ASTM A-441(38(k=100)

ASTM A-441(100(k=200)

ASTM A-572(G42)

ASTM A-572(G50)

ASTM A-242(1/2(k=19)

ASTM A-242(3/19(k=38)

ASTM A-242(38(k=100)

ASTM A-588(Perfis(k=100)

ASTM A-588(100(k=127)

ASTM A-588(127(k=200)

☒ Sd

Seção

Chapa

usada

l_w

mm

L

mm

Carregamento Atuante

Sair

Lista os aços normalizados pela ABNT para uso estrutural em perfis e chapas. Escolhendo um destes, automaticamente serão preenchidos os campos f_y e f_u.

FIGURA 19 – Tela de Cálculo do Aplicativo

2.2.4. Fase IV – Implantação

a) Disponibilização do Curso – Realização de Testes

O curso, resultado deste trabalho, esta disponível em <http://www.cadtec.dees.ufmg.br/metalias> .

Uma vez revisados todos os elementos constituintes deste estudo, pretende-se disponibilizar o curso, inicialmente, para os alunos da disciplina de Estruturas Metálicas do curso de graduação tradicional da UFMG.

b) Avaliação dos Recursos Oferecidos

Esta é uma fase imprescindível, que deverá ser realizada a seguir. Propõe-se fazer uma validação do projeto, através de um teste de aceitação dos usuários (alunos, professores, tutores e administradores). O objetivo desta proposta futura é elaborar uma versão final do produto com vistas a continuidade do projeto, considerando os pontos insuficientes apontados nesta análise.

c) Teste de Aceitação dos Usuários

Uma equipe de teste estará utilizando-se deste curso como ferramenta adicional a disciplina presencial na UFMG. A eles será solicitado o preenchimento de um instrumento de avaliação, considerando as dimensões do instrumento como propõe BORGES (1998).

✕ Alunos

Os instrumentos elaborados para os alunos consideram questões relativas a qualidade visual da interface, elemento crítico do processo ensino-aprendizagem e de aceitação do curso propriamente dito.

✕ Tutores e Professores

Para avaliação pelos professores, as questões serão sobre a natureza dos objetivos e da consistência do conteúdo, e sobre a qualidade da interface no que diz respeito à linguagem e ao enfoque pedagógico.

3. CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

A EAD é uma modalidade que vem tomando força nas universidades brasileiras. Um número crescente de docentes têm se preocupado com a transformação que a introdução do computador tem provocado na educação. Com o propósito de tornar as aulas mais dinâmicas diversas formas de software educativo vêm sendo desenvolvidas, buscando tornar o aluno mais ativo na construção do seu conhecimento. No entanto, para desenvolver aplicações em EAD é preciso eleger uma metodologia e planejar criteriosamente, pois destas dependem o sucesso do projeto.

É de grande importância constituir uma equipe multidisciplinar de trabalho. Profissionais das áreas de educação, informática, comunicação, artes, especialistas no assunto, tema do projeto, têm muito a agregar nestes desenvolvimentos.

A etapa de testes/validação dos aplicativos disponíveis é essencial para a produção de uma versão final adequada aos objetivos pedagógicos e à aceitação dos futuros usuários. No entanto, estes testes não serão únicos e definitivos. Todo o processo deverá ser continuamente avaliado. Esta é uma vantagem da modalidade, os custos com os ajustes são bem menores, comparando-se com aqueles meios (impressos) geralmente utilizados no ensino tradicional (presencial).

Espera-se que, a partir deste estudo, uma proposta de curso parcial, via Internet, para a disciplina Estruturas Metálicas, apoiada pela legislação vigente, seja aceita e bem vista pelos docentes do Departamento de Estruturas Metálicas da UFMG. O produto deste estudo está longe do ideal para esta implantação. Tem-se consciência de que muito ainda tem que ser feito para que esta proposta se concretize, muitos obstáculos a transpor e a necessidade de participação conjunta de uma equipe comprometida com o sucesso do projeto.

Outros estudos deverão ser realizados nesta área, em franco desenvolvimento e com tantas possibilidades de aplicação e meios. Recomenda-se dar continuidade a este projeto, em especial, realizando as etapas essenciais descritas no item anterior. A autora deste trabalho tem interesse pessoal em participar da revisão final e a implantação deste módulo, assim como, caso haja interesse e recursos, do desenvolvimento de outros módulos do Curso de Estruturas Metálicas.

REFERÊNCIAS

- ARÉTIO, L. G. **La Educación a Distancia y La UNED**. UNED, Madrid: 1996.
- CHAVES, E.C. **Multimídia – conceituação, aplicação e tecnologia**. Campinas: People Computação, 1991.
- DEMO, P. **Questões para a Teleducação**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1998.
- DEMO, P. **Desafios Modernos da Educação**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1993.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez, 1997.
- LAMPERT, D. O professor universitário e a tecnologia. **Tecnologia educacional**. v. 29, n. 14, jul./ago./set., 1999.
- MORAN, M., Como Utilizar a Internet na Educação. **Revista Ciência da Informação**, v. 26, n. 2, mai./jun./jul./ago., 1997.
- MOTTA, M.C.S. **Software Educacional de Enfermagem em Puericultura: desenvolvimento e validação**. 2000. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione. 1997.
- PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências para Ensinar**. 2000.
- PRETTI, O. Educação a Distância: início e indícios de um percurso. **Educação a Distância: uma prática educativa mediadora e mediatizada**. Cuiabá (MT): NEAD/IE, UFMT, 1996.
- SCHÄFER, M. O Acesso ao Conhecimento Sob a Perspectiva Cognitivista. **Contexto & Educação**, Ijuí (RS): UNIJUÍ, ano IV, n. 14, 1998.

STRUCYHINER, M.; CORRÊA, N.; COSTA, J.B.S. **Hipermídia na Educação: princípios básicos para o desenvolvimento de material educativo**. Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES, 1997.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed., São Paulo: Martins Fontes, 1998.

BORGES, O. et al. **A Educação a Distância na Universidade do Paraná – Novos Cenários e Novos Caminhos**. Curitiba: UFPR/ Ed. UFPR, 2001.

Para a elaboração do material didático serão consultadas as referências bibliográficas indicadas a seguir:

ABNT, **NBR 14323 – Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento**. Rio de Janeiro: 1999.

ABNT, **NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro: 2000.

ABNT, **NBR 8800 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios (Método dos Estados Limites) – Procedimento**, Rio de Janeiro: 1986.

FAKURY, R. H. – **Estruturas Metálicas I**. 2001. Apostila – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

QUEIROZ, G. **Elementos das Estruturas de Aço**. 4ª ed. Belo Horizonte: 1993.

Para o desenvolvimento das ferramentas a serem utilizadas no curso serão consultadas as referências:

COOPER, A. **About face: the essential of user interface design**. Califórnia: IDG Books Worldwide Inc, 1995.

DEITEL, H. M. & DEITEL, P. J., **Java Como Programar**. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FOLEY, J. D. et al. **Computer graphics: principles and practice**. 2ª Ed. Massachussets: Addison Wesley, 1990.

GALVEZ, J. **FLASH 5: Action Scripting em Português**. São Paulo: Èrica, 2001.

HARRINGTON, S. **Computer graphics: a programming approach**. 2ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MACROMEDIA. **FLASH 5, ActionScript Reference Guide**. Macromedia Inc, 2000.

MACROMEDIA. **FLASH 5, Using Flash**. Macromedia Inc, 2000.

MESQUITA, R., **Projeto Assistido por Computador**. 2001. Apostila – Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NEWMAN, W. M., SPROULL, R. F. **Principles of Interactive computer graphics**. 2ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

WILLE, C. & KOLLER, C., **Aprenda em 24 horas Active Server Pages ASP**. Campus, 1999

Bibliografia Digital

COSMOSOFTWARE – <http://www.cai.com/cosmo/>.

PANTELIDIS, V. S., Reasons to use Virtual Reality in Education, june 1995 – <http://www.soe.ecu.edu/vr/reas.html>.

REDE NACIONAL DE PESQUISA, RNP2 – <http://www.rnp.br>

THE VRML CONSORTIUM, The Virtual Reality Modelling Language, 1997 – <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97>

UNIVERSITY CORPORATION FOR THE ADVANCED INTERNET DEVELOPMENT, Learningware – <http://www.ucaid.org/html/learningware.html>

WINN, W., A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality – <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/>

ABED, Associação Brasileira de Educação a Distância - <http://www.abed.org.br/>

Grupo de Educação a Distância da REMAV/BH2 - <http://ead1.eee.ufmg.br/bh2/>

The International Distance learning Course Finder - <http://www.dlcoursefinder.com/US/index.htm>

Biblioteca Virtual de Educação a Distância da UFBA - <http://www.prossiga.br/edistancia/>

MEC – Secretaria de Educação a Distância - <http://www.mec.gov.br/nivemod/educdist.shtm>

Núcleo de Ensino a Distância da UFPR - <http://www.nead.ufpr.br/>

Projeto Java-Applets para Engenharia - <http://www.cesec.ufpr.br/~montanha/pesquisa.htm>

Pesquisa de Teses em EAD - http://sites.uol.com.br/cdchaves/teses_em_ead.htm#hipermidia

Grupo Temático de Educação a Distância da UNB - <http://www.mat.unb.br/ead/>

UNIREDE - <http://www.mat.unb.br/ead/>

UNIVERSIDADE VIRTUAL - <http://www.uv.com.br/prov/>

UVB - <http://www.uvb.br/br/>

Site de Troca de Informações sobre Produção de HomePages e aplicativos em FLASH - <http://www.flashkit.com/>

ANEXO I

Conteúdo do Curso Barras Tracionadas

<u>1.</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	<u>2</u>
<u>2.</u>	<u>ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO</u>	<u>3</u>
2.1.	ÁREA LÍQUIDA	3
2.1.1.	CHAPAS PARAFUSADAS	3
2.1.1.1.	Linha de Ruptura e Largura Líquida	3
2.1.1.2.	Diâmetro dos Furos	6
2.1.1.3.	Exemplo de Determinação da Largura Líquida	6
2.1.1.4.	Área Líquida	7
2.1.2.	OUTROS PERFIS PARAFUSADOS	7
2.1.3.	LIGAÇÕES SOLDADAS	9
2.2.	ÁREA LÍQUIDA EFETIVA	9
<u>3.</u>	<u>ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS</u>	<u>14</u>
<u>4.</u>	<u>DIMENSIONAMENTO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS</u>	<u>16</u>
<u>5.</u>	<u>LIMITAÇÃO DO ÍNDICE DE ESBELTEZ</u>	<u>17</u>
<u>6.</u>	<u>O EMPREGO DE BARRAS COMPOSTAS</u>	<u>18</u>
<u>7.</u>	<u>BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS</u>	<u>20</u>
<u>8.</u>	<u>EFEITOS ADICIONAIS</u>	<u>21</u>
8.1.	EFEITO DA EXCENRICIDADE DA LIGAÇÃO	21
8.2.	EFEITO DO PESO PRÓPRIO DA BARRA	22

BARRAS TRACIONADAS

1. INTRODUÇÃO

As barras tracionadas aqui estudadas são aquelas solicitadas, exclusivamente, por força normal de tração. Nos edifícios com estrutura de aço, tais barras aparecem mais freqüentemente compondo tesouras e pilares treliçados e sistemas de contraventamento, ou ainda como tirantes e pendurais, conforme se vê na figura 1, que ilustra um pavilhão de exposições. As mais diversas formas de seções transversais são rotineiramente utilizadas.

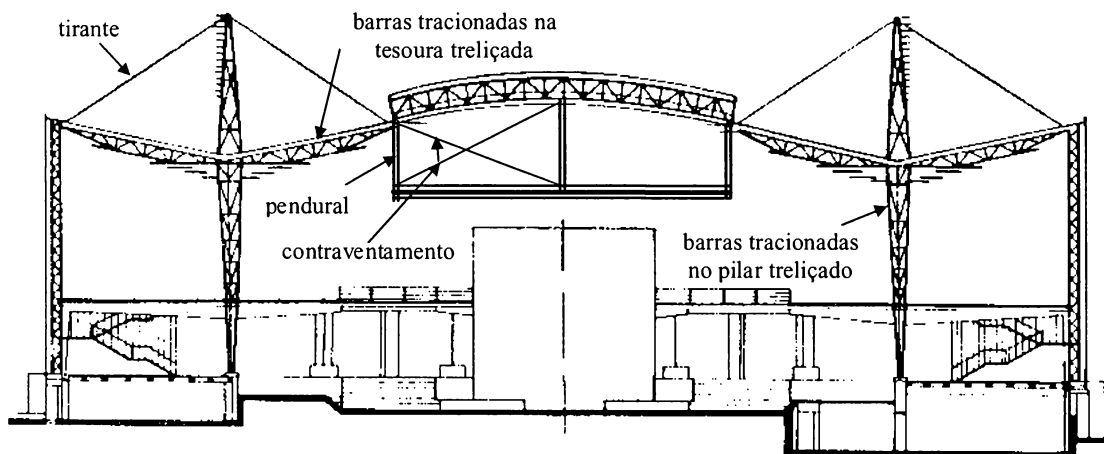


Figura 1 – Exemplos de Barras Tracionadas

Como as barras tracionadas não apresentam problemas de instabilidade, a propriedade geométrica mais importante no dimensionamento geralmente é a área da seção transversal. Nas regiões de ligação destas barras a outros componentes da estrutura, muitas vezes se tem uma área de trabalho inferior à área total da seção transversal, devido à presença de furos, no caso de ligação parafusada, e à distribuição não-uniforme de tensões, causada por concentração de tensões nas regiões onde estão os parafusos ou as soldas.

2. ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO

2.1. Área Líquida

2.1.1. Chapas Parafusadas

2.1.1.1. Linha de Ruptura e Largura Líquida

Denomina-se linha de ruptura o percurso que passa por um conjunto de furos em uma ligação parafusada, segundo o qual se romperá uma barra tracionada.

No caso da chapa mostrada na figura 2-a, em que a furação obedece a um padrão uniforme, é evidente que a linha de ruptura será A-B-C-D. Mas quando não é seguido um padrão deste tipo, como na ligação entre chapas mostrada na figura 2-b, torna-se necessário um estudo mais rigoroso.

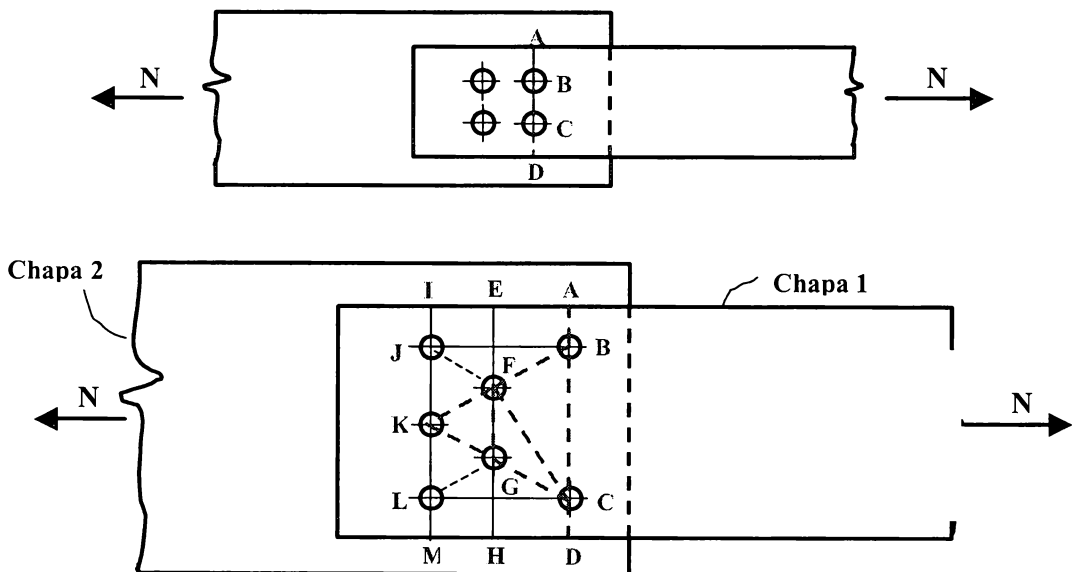


Figura 2 - Linhas de Ruptura

Analisando apenas a Chapa 1 da figura 2-b, observa-se que há possibilidade da mesma romper-se segundo uma das seguintes linhas de ruptura:

- a) A-B-C-D
- b) A-B-F-C-D
- c) A-B-F-G-C-D
- d) A-B-F-K-G-C-D

Na prática, para determinação da linha de ruptura que prevalecerá, usa-se um processo empírico que tem apresentado resultados bastante bons e compatíveis com ensaios. Por este processo, deve-se determinar uma largura líquida (b_n) para cada uma das possíveis linhas de ruptura pela equação:

$$b_n = b_g - \sum d_h + \sum_{i=1}^n \frac{s_i^2}{4g_i} \quad \text{Equação 1}$$

onde

b_g = largura total da seção transversal

$\sum d_h$ = soma dos diâmetros de todos os furos da linha de ruptura considerada

n = número de segmentos diagonais (não perpendiculares à linha de atuação da força de tração)

s = espaçamento entre dois furos do segmento diagonal, na direção paralela à linha de atuação da força de tração

g = espaçamento entre dois furos do segmento diagonal, na direção perpendicular à linha de atuação da força de tração

A linha de ruptura que apresentar a menor largura líquida deve ser adotada.

Nota-se que somente foram consideradas as linhas de ruptura que passam pelos furos B e C. Isto porque para ligações usuais, na prática, somente precisam ser consideradas as linhas de ruptura que estejam submetidas ao valor máximo da força normal atuante (N), e somente as linhas de ruptura que passam por estes dois furos atendem a esta condição. Por exemplo, uma linha de ruptura E-F-G-H estaria submetida à força de $(N-2N/7)$, uma vez que os parafusos em B e C, situados a sua frente, já transmitiram a força de $2N/7$ para a Chapa 2, e não precisaria ser considerada (figura 3). Analogamente, a linha de ruptura I-J-K-L-M estaria submetida a uma força de apenas $(N-4N/7)$, e também não precisaria ser considerada. Este procedimento baseia-se na hipótese simplificada de que todos os parafusos submetidos a cisalhamento de uma ligação trabalham igualmente (no caso, cada um dos parafusos transmite da Chapa 1 para a Chapa 2 uma força de $N/7$).

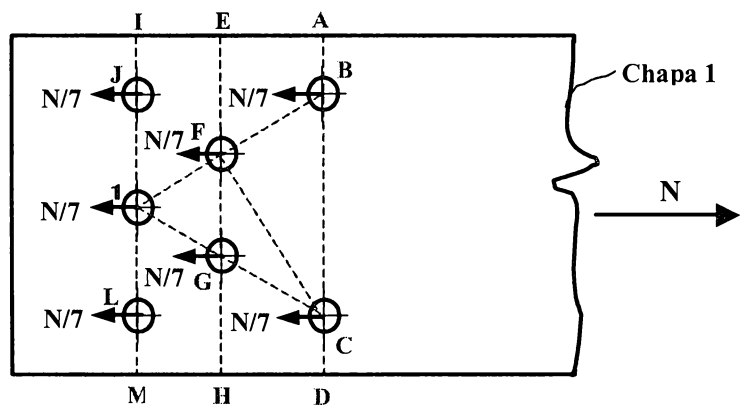


Figura 3 - Transmissão da Força Normal pelos Parafusos na Chapa 1

Na Chapa 2 da figura 2-b, as linhas de ruptura possíveis, todas passando pelos furos J, K e L, seriam:

- a) I-J-K-L-M
- b) I-J-F-K-L-M
- c) I-J-F-K-G-L-M

Na figura 4 vê-se a linha de ruptura de uma chapa, obtida em ensaio de laboratório, que passa pelos furos 1 e 2 e que está submetida ao valor máximo da força normal atuante. Nota-se que a linha de ruptura passa pelos furos 1 e 2, que estão submetidos à máxima força de tração.

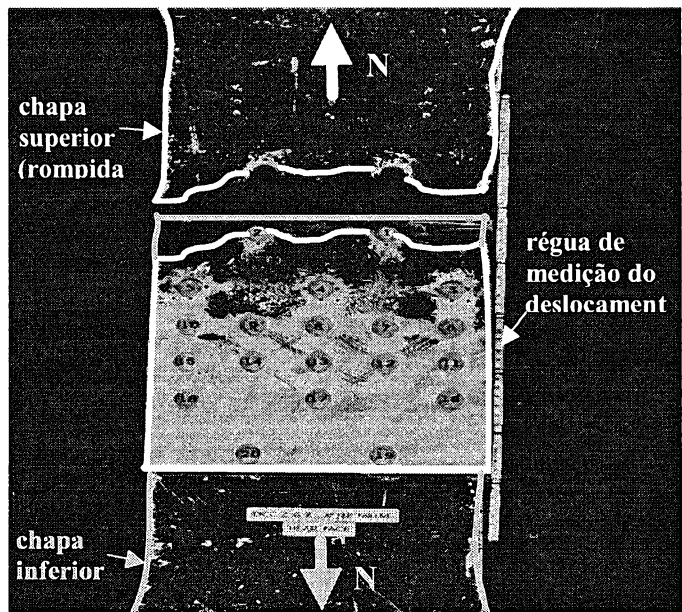


Figura 4 - Linha de Ruptura de uma Chapa em Ensaio

2.1.1.2. Diâmetro dos Furos

Os furos são feitos por broca ou por punção (figura 5). Os furos por broca podem ser feitos em chapas de qualquer espessura e os furos por punção geralmente limitados a espessura de chapa que não ultrapasse o diâmetro do parafuso mais 3 mm.

Em estruturas metálicas, na maioria das vezes são utilizados os chamados furos padrão, os quais possuem diâmetro nominal 1,5 mm (1/8") maior que o diâmetro do parafuso empregado.

No entanto, é comum ocorrer danos no metal nas bordas dos furos, especialmente quando os furos são feitos por punção. Tal fato deve ser considerado no cálculo da largura líquida, adicionando-se mais 2,0 mm ao diâmetro nominal dos furos. Em síntese, deve-se tomar o diâmetro do furo igual ao diâmetro do parafuso mais 3,5 mm.

2.1.1.3. Exemplo de Determinação da Largura Líquida

Suponha-se que se queira determinar a largura líquida da Chapa 1 da figura 2-b. Se os parafusos usados na ligação têm diâmetro de 19mm, o diâmetro dos furos será:

$$d_h = 19 + 3,5 = 22,5\text{mm} = 2,25\text{cm}$$

Calculam-se então, os seguintes valores de largura efetiva:

- linha de ruptura A-B-C-D

$$b_n = 26 - 2 (2,25) = 21,50\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-G-C-D

$$b_n = 26 - 3 (2,25) + 8^2/(4 \times 12) + 8^2/(4 \times 6) = 23,25\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-F-G-C-D

$$b_n = 26 - 4 (2,25) + 2 [8^2/(4 \times 6)] = 22,33\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-F-K-G-C-D

$$b_n = 26 - 5 (2,25) + 2 [8^2/(4 \times 6)] + 2 [8^2/(4 \times 3)] = 30,75\text{cm}$$

A largura líquida a ser adotada é 21,50cm, o menor valor obtido, que corresponde à linha de ruptura A-B-C-D.

2.1.1.4. Área Líquida

A área da seção transversal reduzida pela presença de furos é denominada área líquida e representada por A_n .

Nas chapas, a área líquida é obtida efetuando-se o produto da largura líquida b_n pela espessura t :

$$A_n = b_n t$$

Equação 2

Supondo, por exemplo, que a Chapa 1 da figura 2-b tenha espessura de 8mm (0,8cm), como a largura líquida calculada foi de 21,50cm, obtém-se:

$$A_n = 21,50 \times 0,8 = 17,20\text{cm}^2$$

2.1.2. Outros Perfis Parafusados

As cantoneiras podem ser rebatidas segundo o eixo médio (linha que passa pela semi-espessura das abas) e tratadas como chapas para obtenção da largura líquida e da área líquida, conforme ilustra a figura 6.

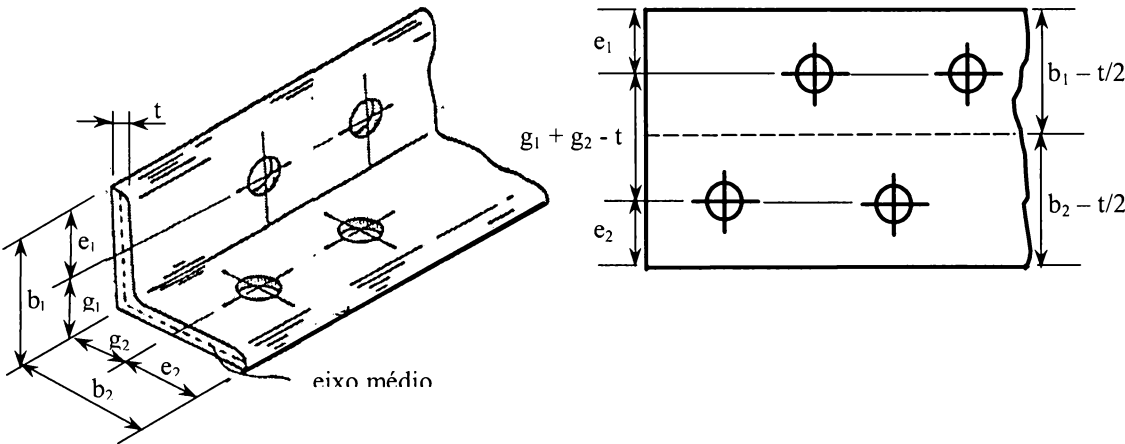


Figura 5- Rebatimento de Cantoneiras

Nos perfis I, H e U pode-se usar um procedimento simplificado que consiste em determinar a área líquida de cada elemento componente independentemente. A área líquida do perfil será então a soma das áreas líquidas dos elementos. Assim, calculam-se as áreas líquidas das mesas e da alma, considerando cada um desses elementos como uma chapa isolada, e depois somam-se os valores obtidos. Seja, por exemplo, o perfil I soldado com 300 mm de altura mostrado na figura 7, com parafusos de diâmetro 16mm (o diâmetro dos furos será $16 + 3,5 =$

19,5mm). A linha de ruptura das mesas é A-B-C-D, que possuem largura efetiva de

$$(b_n)_f = 150 - 2 \times 19,5 = 111 \text{ mm}$$

e área efetiva de

$$(A_n)_f = 111 \times 16 = 1776 \text{ mm}^2$$

As linhas de ruptura possíveis na alma são E-F-G-H e E-F-I-G-H cujas larguras efetivas são

$$(b_n)_{W-EFGH} = (300 - 2 \times 16) - 2 \times 19,5 = 229 \text{ mm}$$

$$(b_n)_{W-EFIGH} = (300 - 2 \times 16) - 3 \times 19,5 + 2 \times 50^2 / (4 \times 40) = 240,75 \text{ mm}$$

e, a área efetiva, tomando o menor valor da largura efetiva, no caso correspondente à linha ruptura E-F-G-H, é

$$(A_n)_w = 229 \times 8 = 1832 \text{ mm}^2$$

Logo, a área líquida do perfil será igual a

$$A_n = 2 (A_n)_f + (A_n)_w = 2 \times 1776 + 1832 = 5384 \text{ mm}^2$$

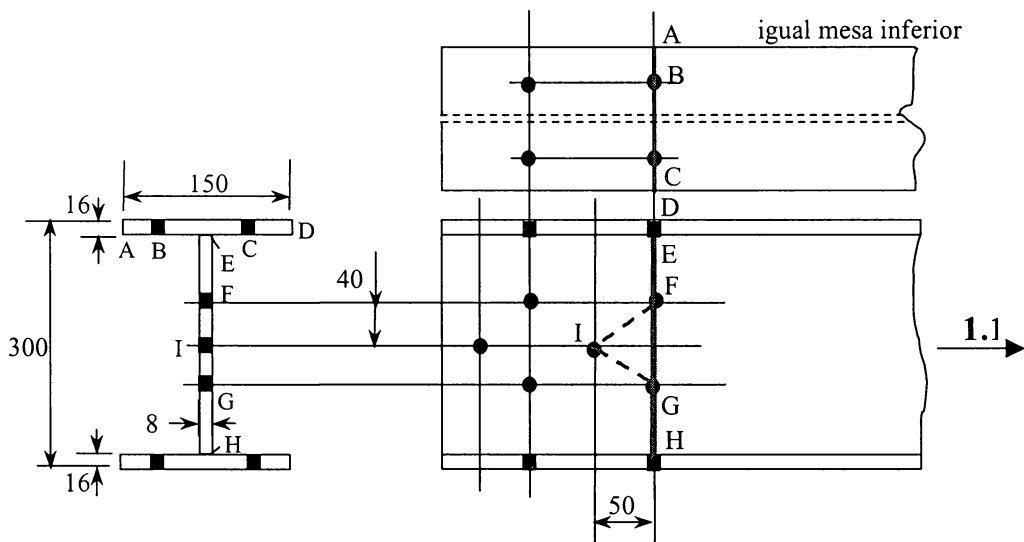


Figura 6- Área Líquida em Perfil

Em um perfil qualquer, quando uma linha de ruptura tem todos os seus segmentos na seção transversal, a área líquida pode ser obtida subtraindo-se da área bruta A_g a área dos furos. Exemplificando, no perfil I da figura 8, a área líquida é dada por:

$$A_n = A_g - 4 (d_h t_f) - 2 (d_h t_w)$$

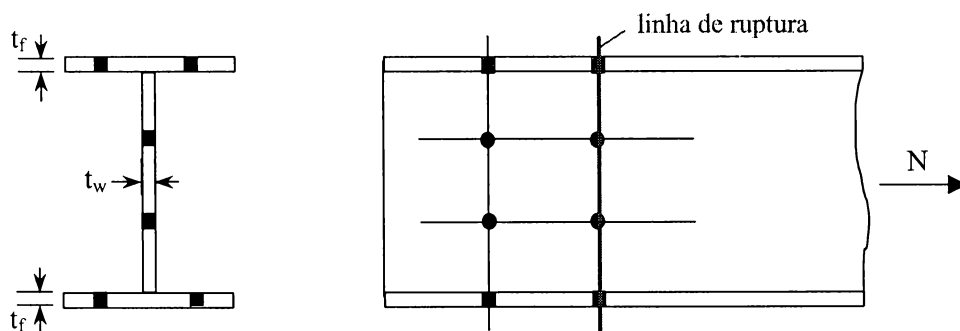


Figura 7 – Linha de Ruptura em Perfil com Todos os Segmentos na Seção Transversal

2.1.3. Ligações Soldadas

Qualquer peça estrutural ligada apenas por meio de solda, não sofre redução de área em função da presença de furos, e portanto terá área líquida igual à área bruta.

2.2. Área Líquida Efetiva

Um perfil tracionado, conectado por meio de parafusos ou solda, por apenas alguns dos componentes da seção transversal, fica submetido a uma distribuição de tensão não-uniforme na região da ligação. Isto ocorre porque o esforço tem que passar pelos elementos conectados, que ficam submetidos a uma tensão maior que a de parte dos elementos não conectados (elementos soltos). A figura 9-a mostra o comportamento de uma cantoneira ligada a uma chapa por meio de parafusos (somente são mostrados os furos) e a figura 9-b por meio de solda, por apenas uma das abas. Vê-se que o fluxo de forças apresenta um afinilamento junto à ligação, se concentrando mais no elemento conectado e nas partes próximas ao mesmo. A seção 1-1 é a mais solicitada da cantoneira na região da ligação, pois:

- na ligação parafusada, sofre a perda de área decorrente do furo e está submetida à totalidade da força de tração N (a seção 2-2, onde se situa o segundo furo, encontra-se solicitada por apenas metade da força normal, uma vez que outra metade já foi transmitida pelo parafuso situado na seção 1-1);
- na ligação soldada, situa-se em posição mais próxima da entrada da força N , quando ainda nenhuma parcela desta força foi transmitida pela solda para a chapa.

A seção 1-1, portanto, fica submetida a uma tensão não-uniforme, e em razão disto, apenas parte da mesma alcança em um mesmo instante o limite de

ruptura. Esta parte recebe a denominação de área líquida efetiva e é representada por A_e . Tudo se passa como se apenas uma parte da seção transversal trabalhasse de fato à tração, com a parte restante sendo desprezada (figura 9-c).

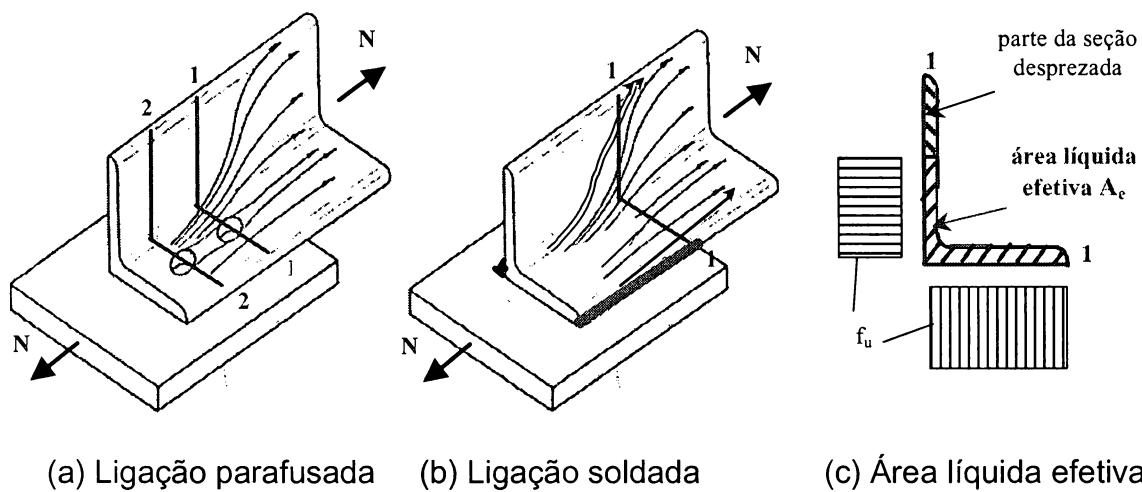


Figura 8 - Comportamento de uma Cantoneira Conectada por Apenas Uma Aba

A determinação da área líquida efetiva depende de vários fatores, sendo os principais o comprimento da ligação na direção da solicitação (λ_{con}), igual ao comprimento do cordão de solda ou à distância do primeiro ao último parafuso na direção da solicitação, e a distância do centro de gravidade da barra (G) ao plano de cisalhamento da ligação (a_{con}), conforme se vê na figura 10. Em perfis com dois eixos de simetria, a ligação deve ter um plano de simetria e consideram-se duas barras separadas e simétricas, cada uma relacionada a um plano de cisalhamento da ligação, por exemplo, duas seções T no caso de perfis I ou H ligados pelas mesas.

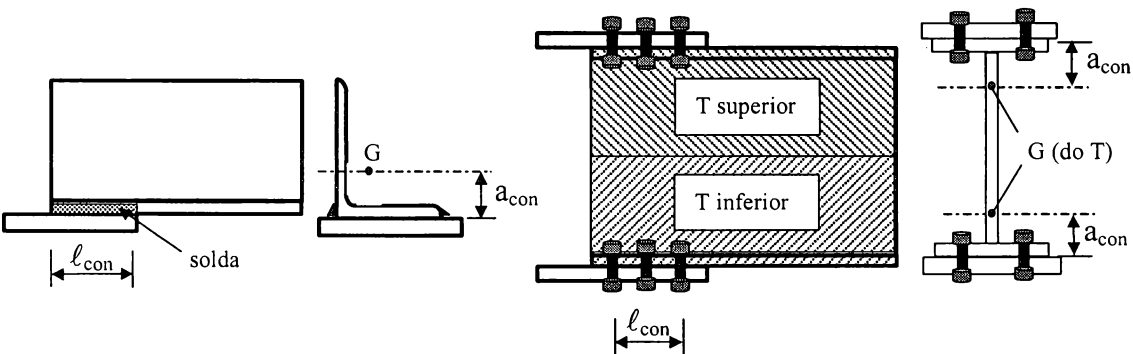


Figura 9 - Fatores que Influem na Área Líquida Efetiva

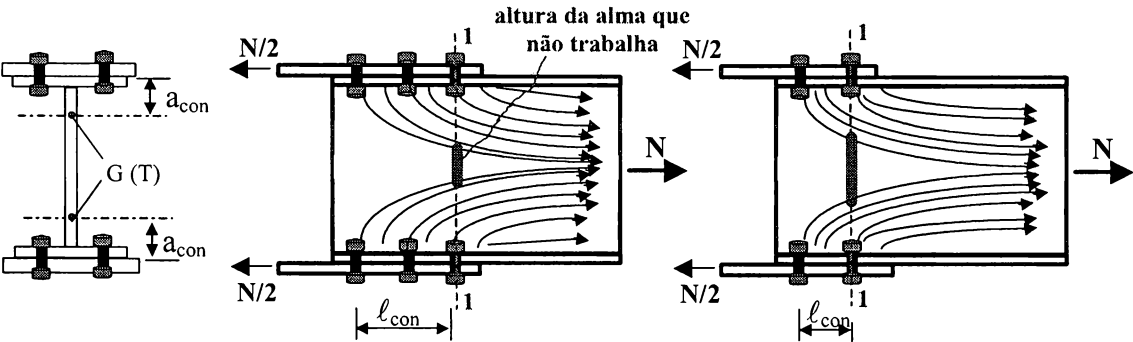
Empiricamente, a área líquida efetiva pode ser expressa pela seguinte equação:

$$A_e = C_t A_n \tag{Equação 3}$$

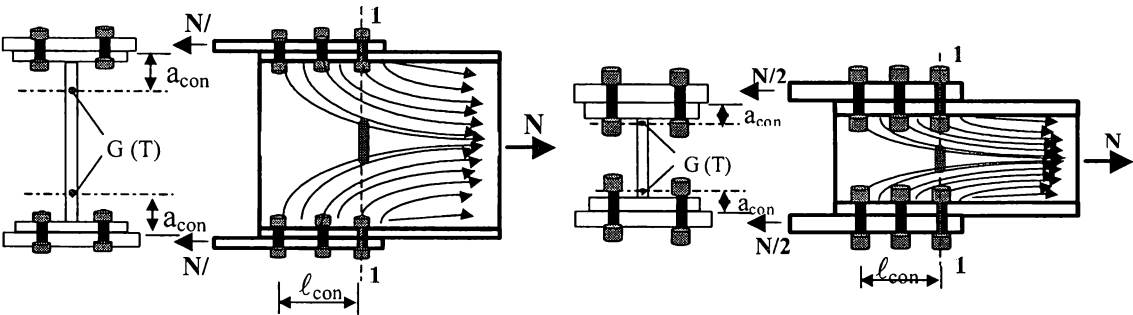
onde A_n é a área líquida e C_t um coeficiente de redução desta área, dado por

$$C_t = 1 - (a_{con}/\lambda_{con}) \tag{Equação 4}$$

Verifica-se então que o coeficiente C_t é tanto maior quanto menor for a distância do centro de gravidade da barra ao plano de cisalhamento da ligação (a_{con}) e quanto maior for o comprimento da ligação (λ_{con}). Isto pode ser facilmente entendido observando-se a figura 11, referente à ligação de um perfil I pelas mesas, com a alma não conectada. Na figura 11-a, vê-se que quanto maior o comprimento da ligação, menor a área que não trabalha no elemento não conectado na seção 1-1, a mais solicitada. Na figura 11-b, vê-se que se o perfil I tiver largura das mesas próxima à altura do perfil, a distância a_{con} é relativamente pequena e a área que não trabalha é menor que se o perfil tiver altura bastante superior à largura das mesas.



(a) Influência do comprimento da ligação λ_{con} com a distância a_{con} constante



(b) Influência da distância a_{con} com o comprimento da ligação λ_{con} constante

Figura 10 - Coeficiente C_t em Função de a_{con} e λ_{con}

Para facilitar os trabalhos na prática, para as situações usuais, podem ser usados os seguintes valores para o coeficiente C_t :

- a) 0,90, em perfis I ou H cujas mesas tenham largura não inferior a 2/3 da altura e em perfis T cortados destes perfis, com ligações soldadas nas mesas ou ligações parafusadas nas mesas, tendo neste último caso no mínimo 3 parafusos por linha de furação na direção da solicitação;
- b) 0,85, em perfis I ou H que não atendam aos requisitos anteriores, em perfis T cortados destes perfis e em todos os demais perfis, com ligações soldadas ou ligações parafusadas, tendo neste último caso no mínimo 3 parafusos por linha de furação na direção da solicitação;
- c) 0,75, em todos os perfis com ligações parafusadas, tendo somente 2 parafusos por linha de furação na direção da solicitação.

A figura 12 mostra os valores do coeficiente C_t para diversas situações comumente encontradas.

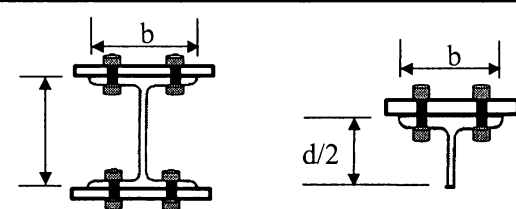
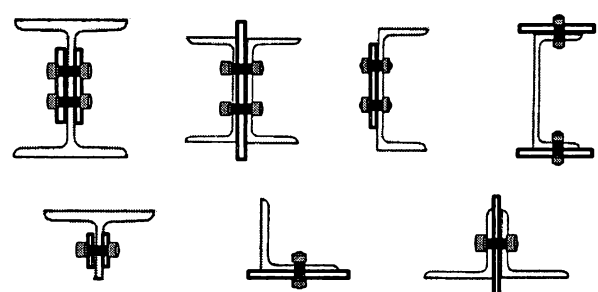
1.1.1.2. SITUAÇÃO	número de parafusos por linha de furação na direção da solicitação	C_t
	≥ 3	$b/d \geq 2/3$ 0,90
		$b/d < 2/3$ 0,85
	2	0,75
	≥ 3	0,85
	2	0,75
Se a ligação do perfil for soldada, os valores de C_t são dados pelo caso em que o número de parafusos na direção da solicitação é igual a 3 ou maior que 3.		

Figura 11 - Valores de C_t para Situações Usuais em Perfis

No caso de chapa ligada exclusivamente pelas bordas longitudinais por meio de solda, o comprimento dos cordões de solda (ℓ_w) não pode ser inferior à largura da chapa (b) e devem ser usados os seguintes valores para o coeficiente C_t (figura 13):

- 1,00, para $\ell_w \geq 2 b$
- 0,87, para $2 b > \ell_w \geq 1,5 b$
- 0,75, para $1,5 b > \ell_w \geq b$

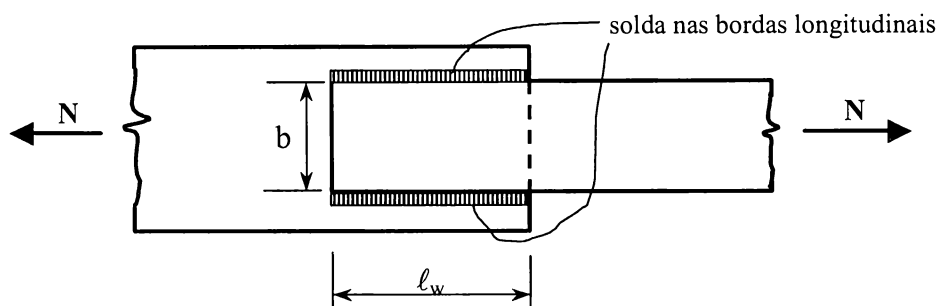
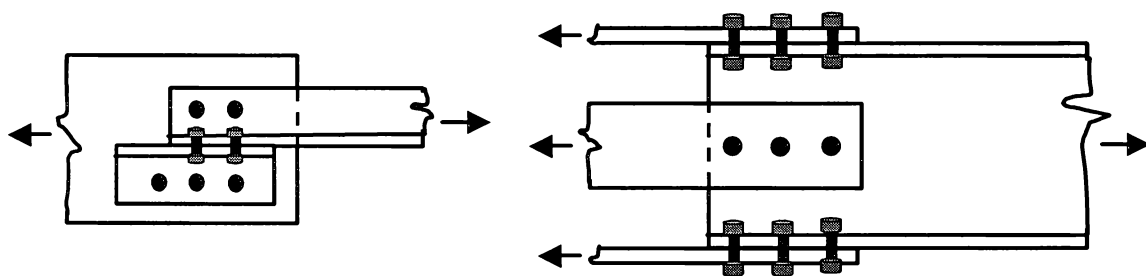


Figura 12 - Chapa Soldada pelas Bordas Longitudinais

Com base em todas as considerações apresentadas, observa-se que:

- ligações com apenas um parafuso por linha de furação na direção da solicação não são recomendadas, por implicarem em um comprimento da ligação muito reduzido, tendendo a zero, e por consequência em valores extremamente reduzidos para o coeficiente C_t , conforme pode ser observado pelo uso da equação 4;
- se a ligação for feita por meio de todos os elementos do perfil (figura 14), a tensão normal na barra terá uma não-uniformidade pouco significativa e pode-se considerar C_t igual a unidade.



(a) L ligada pelas duas abas

(b) I ou U ligado pelas duas mesas e pela alma

Figura 13 - Exemplos de Casos em que $C_t = 1,0$

3. ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

De acordo com o estudo apresentado no item precedente, a área de trabalho de uma barra tracionada na região de ligação é a chamada área líquida efetiva (A_e), e o colapso se dará quando a tensão atuante nesta área atingir o limite de resistência do aço (f_u), ou seja, quando a força normal de tração for:

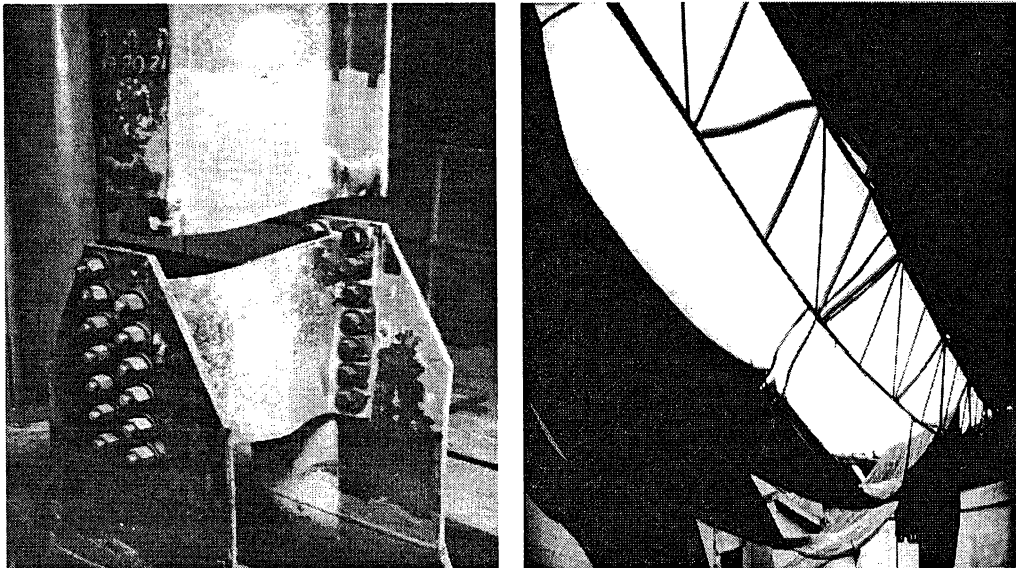
$$N_{tu} = A_e f_u \quad \text{Equação 5}$$

Nesta situação, a barra se romperá, em um estado limite último que recebe a denominação de ruptura da seção líquida efetiva. A figura 15-a mostra a ocorrência deste estado limite em um perfil I ligado pelas mesas por meio de parafusos.

Uma outra forma de colapso, não relacionada especificamente com a região de ligação da barra, pode ocorrer desde que a tensão de tração atuante ao longo do comprimento da barra, portanto na seção bruta da mesma, atinja o valor do limite de escoamento do aço (f_y). Sendo A_g a área bruta, a força normal terá um valor igual a:

$$N_{ty} = A_g f_y \quad \text{Equação 6}$$

Nesta circunstância, a barra se encontrará situação de escoamento generalizado e sofrerá um alongamento excessivo, o que provavelmente precipitará a ruína da estrutura da qual a mesma faz parte. A este estado limite último dá-se o nome de escoamento da seção bruta, e um caso típico do mesmo é apresentado na figura 15-b. A corda inferior de uma treliça de cobertura atingiu o escoamento por tração, seu comprimento aumentou muito, causando o colapso estrutural do sistema.



(a) Ruptura da seção líquida efetiva b) Escoamento da seção bruta

Figura 14– Estados Limites Últimos

É importante observar que o escoamento da seção líquida efetiva, ao contrário do escoamento da seção bruta, não representa um estado limite último. No escoamento da seção bruta, praticamente toda a barra entra em estado de escoamento, o que faz com que seu aumento de comprimento seja excessivo. No escoamento da seção líquida efetiva, apenas a região de ligação escoam, e a barra como um todo sofre um aumento de comprimento pouco significativo. O colapso na seção líquida efetiva só fica caracterizado, portanto, quando esta seção se rompe. A figura 16 mostra este comportamento, tomando uma mesma cantoneira em três situações distintas de ligação:

- a) ligação soldada em uma aba, com o colapso se dando por escoamento da seção bruta, sem ocorrência do escoamento da seção líquida efetiva;
- b) ligação parafusada com uma linha de furação, com dois furos, na direção da solicitação, com o colapso se dando por escoamento da seção bruta, mas após a ocorrência do escoamento da seção líquida efetiva;
- c) ligação parafusada com duas linhas de furação, com dois furos cada, na direção da solicitação, com o colapso se dando por ruptura da seção líquida efetiva, obviamente após a ocorrência do escoamento desta seção.

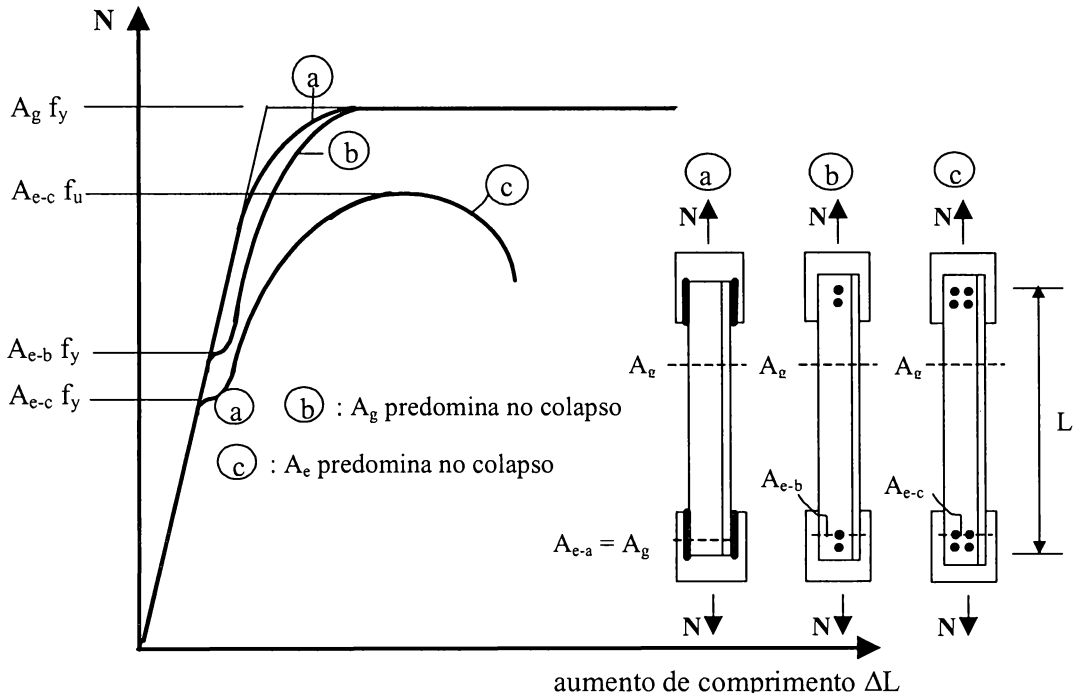


Figura 15 – Comportamento nos Estados Limites Últimos

4. DIMENSIONAMENTO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

O dimensionamento consiste em se garantir que a probabilidade de ocorrência dos estados limites últimos estará em nível suficientemente baixo. Para isto, deve ser satisfeita a relação:

$$N_d \leq \phi_t N_{nt} \quad \text{Equação 7}$$

onde N_d é a força normal de cálculo, obtida a partir da combinação das ações atuantes, e o produto ($\phi_t N_{nt}$) é a resistência de cálculo à tração (ϕ_t é o coeficiente de resistência e N_{nt} é a resistência nominal à tração), dada pelo menor dos seguintes valores:

a) para o estado limite último de escoamento da seção bruta

$$\phi_t N_{nt} = \phi_{ty} N_{nty} = 0,90 A_g f_y \quad \text{Equação 8}$$

b) para o estado limite último de ruptura da seção líquida efetiva

$$\phi_t N_{nt} = \phi_{tu} N_{ntu} = 0,75 A_e f_u \quad \text{Equação 9}$$

Os coeficientes de resistência, respectivamente iguais a 0,90 e 0,75 para os estados limites de escoamento da seção bruta e de ruptura da seção líquida efetiva, expressam um maior nível de incerteza quanto ao valor da resistência deste último.

5. LIMITAÇÃO DO ÍNDICE DE ESBELTEZ

O índice de esbeltez das barras tracionadas (relação entre comprimento destravado e raio de giração) deve ser limitado para evitar que fiquem demasiadamente flexíveis, o que pode ocasionar (figura 17):

- deformação excessiva, nas mesmas, causada pelo peso próprio ou por choques durante o transporte e a montagem;
- vibração de grande intensidade nas mesmas quando atuarem ações variáveis, como vento, ou quando existirem solicitações de equipamentos vibratórios, como compressores, vibração esta que se transmite para toda a edificação, causando sensações de grande desconforto aos usuários.

Assim, é recomendável adotar um máximo de 240 para o índice de esbeltez nas barras principais (barras cuja finalidade é suportar os esforços decorrentes do conjunto de ações, incluindo as gravitacionais, que atuam na estrutura, como, por exemplo, as barras tracionadas de uma tesoura treliçada de cobertura) e de 300 nas barras secundárias (barras que têm por função apenas conter movimentos causados por ações tipicamente horizontais como, por exemplo, as decorrentes do vento, como, por exemplo, as barras de contraventamento).



Figura 16 – Problemas em Barras Tracionadas com Esbeltez Elevada

Na prática, por razões econômicas, é comum o uso de barras tracionadas constituídas por perfis de pequena rigidez, como cantoneiras, em contraventamentos, com esbeltez superior à recomendada. Neste caso, no entanto, deve-se tomar cuidados especiais para que as barras não sofram choques durante o transporte e a montagem e além disso, estas devem ser montadas com pré-tensão inicial, ficando completamente esticadas e com a rigidez aumentada. Tal pré-tensão costuma ser feita executando-se os furos de ligação nas extremidades barras com distância cerca de 2 mm inferior à normal para barras com comprimento entre 3 m e 6 m, 3 mm para barras com comprimento entre 6 m e 11 m e 5 mm para barras com comprimento acima de 11 m (figura 18), fazendo com que as barras precisem ser tracionadas durante a montagem para que os furos nas mesmas e nos elementos de ligação coincidam. Barras com comprimento até 3 m geralmente são montadas sem pré-tensão.

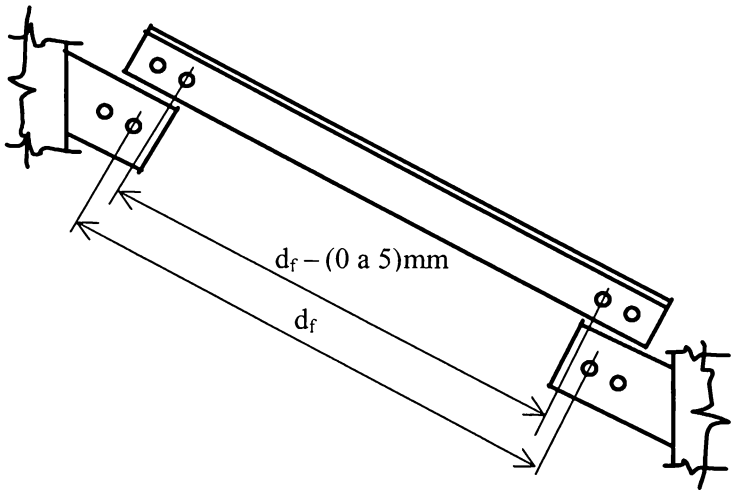


Figura 17 – Barras de Contraventamento Montadas com Pré-tensão

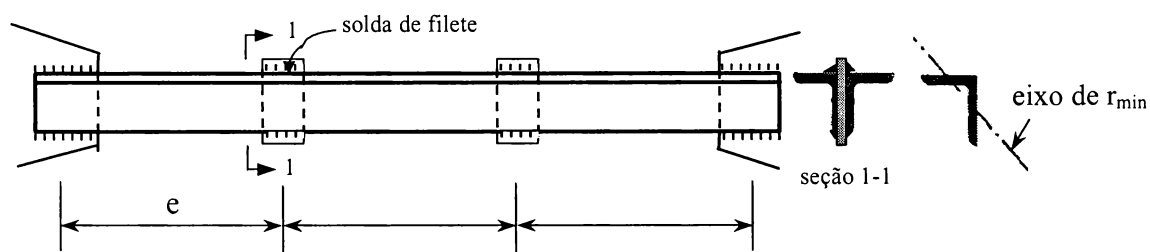
6. O EMPREGO DE BARRAS COMPOSTAS

É usual se projetar barras compostas, por exemplo, constituídas por duas cantoneiras ou dois perfis U, em que a ligação entre os perfis é feita por meio de chapas espaçadoras, soldadas ou parafusadas a estes perfis, conforme ilustra a figura 19. Neste caso, para se assegurar um comportamento conjunto adequado dos perfis que constituem a barra composta, a distância máxima (e) entre duas chapas espaçadoras adjacentes deve ser tal que:

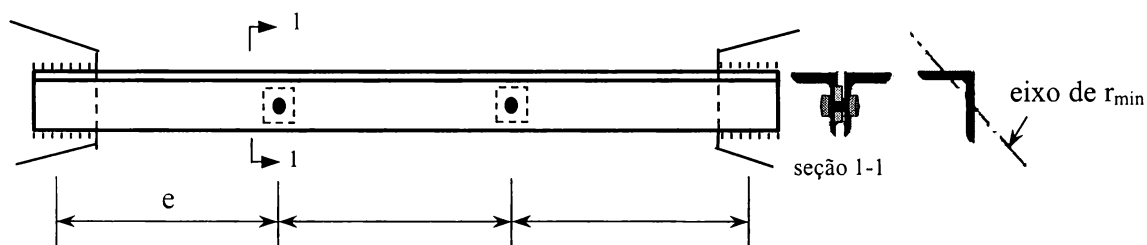
$$e/r_{\min} \leq 240$$

Equação 10

onde r_{\min} é o raio de giração mínimo de um perfil isolado (figura 18).



(a) Chapas espaçadoras soldadas



(b) Chapas espaçadoras parafusadas

Figura 18- Barras Compostas com Chapas Espaçadoras

Também é de costume projetar barras compostas formadas por dois ou mais perfis ligados diretamente entre si por meio de parafusos ou soldas intermitentes de filete. Neste caso, a distância longitudinal entre os parafusos ou entre os cordões de solda não pode ser maior que 600mm (figura 20-a). Se a barra composta for formada por um perfil e uma chapa, a distância longitudinal entre os parafusos ou entre os cordões de solda não pode ser maior que 300 mm nem maior que 24 vezes a espessura da chapa (figura 20-b).

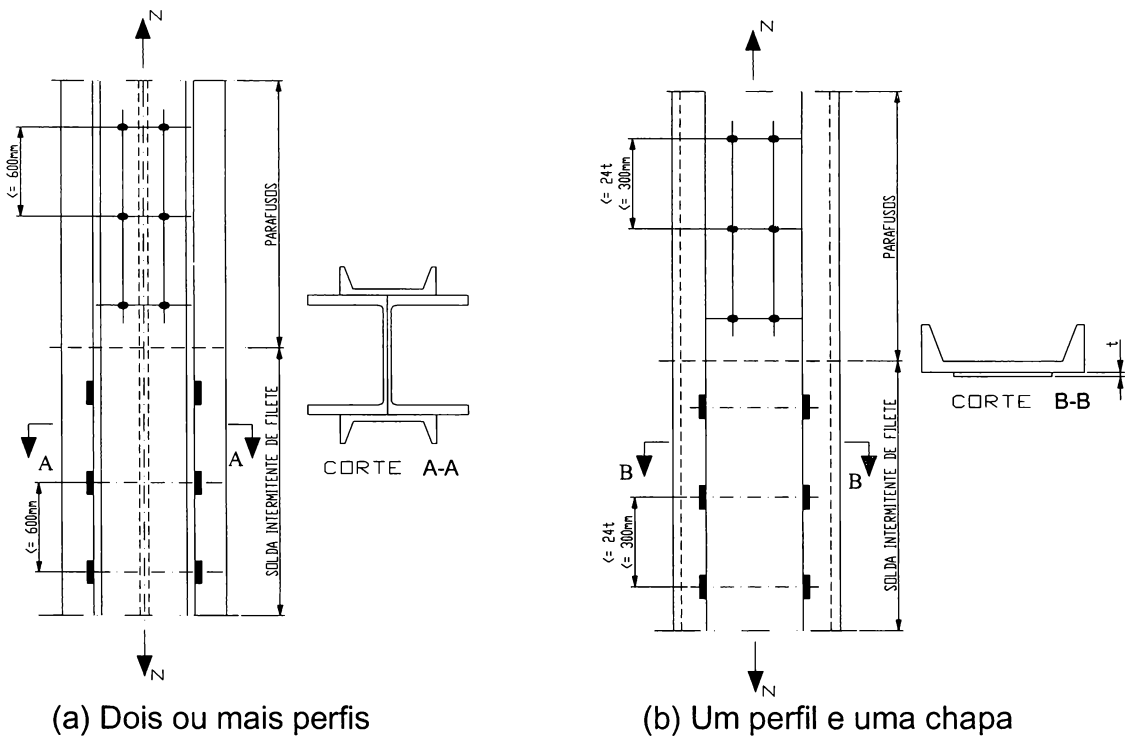


Figura 19 - Barras Compostas com Peças Diretamente Conectadas

7. BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS

É comum o emprego de barras redondas rosqueadas nas extremidades, com a ligação sendo feita por porca e arruela (figura 21), principalmente como tirantes de terças e travessas de tapamento e como peças de contraventamento.

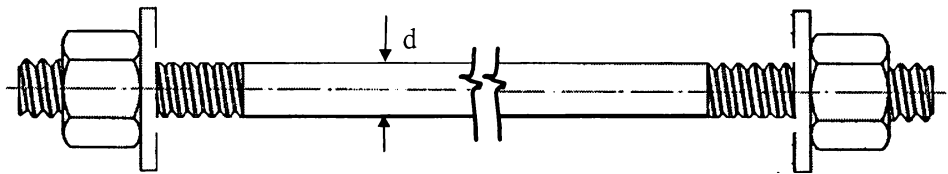


Figura 20 - Barras Redondas Rosqueadas

O dimensionamento das barras redondas segue um processo similar ao das demais barras tracionadas. Deve-se verificar o estado limite último de escoamento da seção bruta, com a resistência de cálculo dada por:

$\phi_t N_{nt} = 0,90 A_p f_y$ Equação 11

onde A_p é a área bruta da seção transversal, igual à área do fuste, ou

$$A_p = \pi d^2/4 \quad \text{Equação 12}$$

sendo d o diâmetro nominal do fuste.

Outro estado limite último a ser considerado corresponde à ruptura da rosca, cuja resistência de cálculo é dada por:

$$\phi_t N_{nt} = 0,65 A_{er} f_u \quad \text{Equação 13}$$

onde A_{er} é a área efetiva à tração da rosca, que corresponde, para as rosas usualmente utilizadas nas estruturas de aço, a aproximadamente 75% da área bruta do fuste (A_p). Assim, a resistência de cálculo a este estado limite fica dada por:

$$\phi_t N_{nt} = 0,65 (0,75 A_p) f_u \quad \text{Equação 14}$$

As barras redondas rosqueadas não precisam atender quaisquer limitações relacionadas à esbeltez. Isto pelo fato destas barras possuírem rigidez reduzida, insuficiente para fazer vibrar as estruturas as quais pertencem e poderem ser facilmente desempenadas. Além do mais, normalmente, nos contraventamentos, são usadas com esticadores (figura 22), o que garante às mesmas uma pré-tensão de tração, fazendo com que fiquem com eixo praticamente reto e que sejam pouco suscetíveis a vibrações.

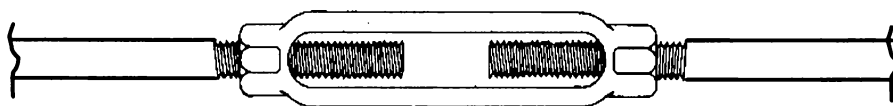


Figura 21 – Barra Redonda com Esticador

Como exigência adicional, as barras redondas rosqueadas devem ter diâmetro nominal igual ou superior a 12 mm. Além disto, as porcas devem ser do mesmo material das barras.

8. EFEITOS ADICIONAIS

8.1. Efeito da Excentricidade da Ligação

Muitas vezes, a força de tração introduzida por uma ligação não é centrada, resultando numa flexão adicional. A rigor, a barra estaria submetida então a uma solicitação de flexo-tração. No entanto, em barras de baixa rigidez à flexão, como as cantoneiras e os perfis U laminados de seção transversal de altura

reduzida, com ligações de pequena excentricidade, a flexão pode ser desprezada (figura 23). Ensaios mostraram que nestes casos não ocorre redução significativa da resistência à tração.

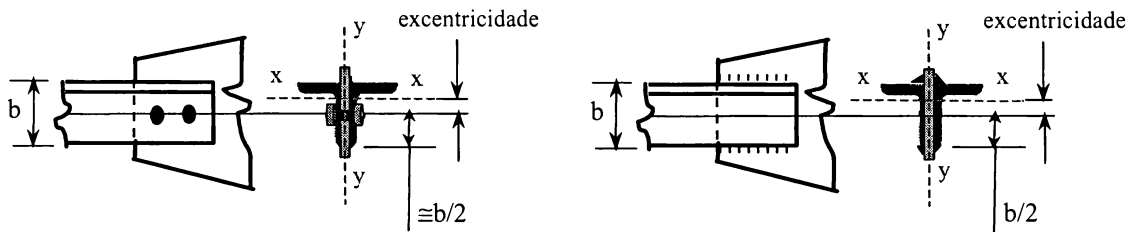


Figura 22 - Excentricidade da Ligação

8.2. Efeito do Peso Próprio da Barra

Todas as barras possuem peso próprio, como é óbvio, e estão submetidas a uma flexão decorrente do mesmo, quando não se encontram em posição vertical. Quando se situam em posição vertical, estão submetidas à variação da força normal ao longo do comprimento e quando situam-se em posição inclinada, estão submetidas simultaneamente à flexão e à variação da força normal (figura 24).

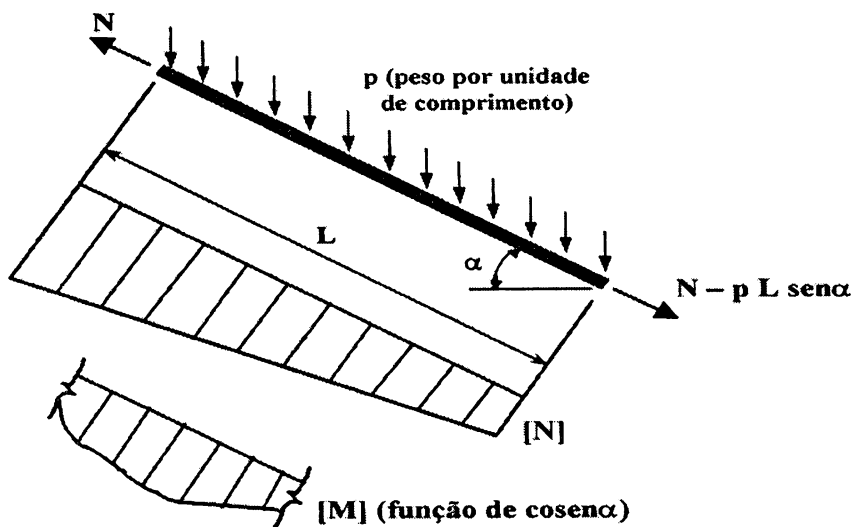


Figura 23 - Efeito do Peso Próprio

A influência do peso próprio deve ser avaliada, mas sabe-se que é pouco significativa para a maioria dos casos usuais, especialmente quando a projeção horizontal do comprimento da barra é pequena.

Índice de Figuras

FIGURA 1 – EXEMPLOS DE BARRAS TRACIONADAS	2
FIGURA 2 - LINHAS DE RUPTURA	3
FIGURA 3 - TRANSMISSÃO DA FORÇA NORMAL PELOS PARAFUSOS NA CHAPA 1	5
FIGURA 4 - LINHA DE RUPTURA DE UMA CHAPA EM ENSAIO	5
FIGURA 5- REBATIMENTO DE CANTONEIRAS	7
FIGURA 6- ÁREA LÍQUIDA EM PERFIL	8
FIGURA 7 – LINHA DE RUPTURA EM PERFIL COM TODOS OS SEGMENTOS NA SEÇÃO TRANSVERSAL	9
FIGURA 8 - COMPORTAMENTO DE UMA CANTONEIRA CONECTADA POR APENAS UMA ABA	10
FIGURA 9 - FATORES QUE INFLUEM NA ÁREA LÍQUIDA EFETIVA	10
FIGURA 10 - COEFICIENTE C_T EM FUNÇÃO DE A_{CON} E \square_{CON}	11
FIGURA 11 - VALORES DE C_T PARA SITUAÇÕES USUAIS EM PERFIS	12
FIGURA 12 - CHAPA SOLDADA PELAS BORDAS LONGITUDINAIS	13
FIGURA 13 - EXEMPLOS DE CASOS EM QUE $C_T = 1,0$	13
FIGURA 14– ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS	15
FIGURA 15 – COMPORTAMENTO NOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS	16
FIGURA 16 – PROBLEMAS EM BARRAS TRACIONADAS COM ESBELTEZ ELEVADA	17
FIGURA 17 – BARRAS DE CONTRAVENTAMENTO MONTADAS COM PRÉ-TENSÃO	18
FIGURA 18- BARRAS COMPOSTAS COM CHAPAS ESPAÇADORAS	19
FIGURA 19 - BARRAS COMPOSTAS COM PEÇAS DIRETAMENTE CONECTADAS	20
FIGURA 20 - BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS	20
FIGURA 21 – BARRA REDONDA COM ESTICADOR	21
FIGURA 22 - EXCENTRICIDADE DA LIGAÇÃO	22
FIGURA 23 - EFEITO DO PESO PRÓPRIO	22